Chirurgische Universitätsklinik Berlin

Direktor: Prof. Dr. Rostock

Technik der Bluttransfusion

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Wilhelm Sichting

Dortmund

Tag der Promotion: 20. Mai 1940

1940

DRUCK: LENGERICHER HANDELSDRUCKEREI, LENGERICH (WESTF.)

M 77

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Oberarzt Dr. Domrich
Korreferent: Prof. Dr. Rostock

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin

Einteilung

A. Einleitung 5

B. Direkte Transfusionsmethoden:

1. Gefäßnaht 9
2. Einschaltung von Prothesen 11
3. Einschaltung von Apparaten 13
4. Beurteilung der direkten Transfusionsmethoden 26

C. Indirekte Transfusionsmethoden:

1. Gerinnungshemmendes Material 29
2. Übertragung defibrinierten Blutes 38
3. Gerinnungshemmende Zusätze 40
4. Beurteilung der indirekten Transfusionsmethoden 52

D. Sonderformen der Bluttransfusion:

1. Konserviertes Blut 53
2. Getrocknetes Blut 57
3. Leichenblut 58
4. Plancentarblut 59
5. Reinfusion von Blut 59

E. Rückblick 60

A. Einleitung

Bunt und vielgestaltig ist die Geschichte der Medizin. Sie entrollt vor uns ein abwechslungsreiches Bild vom ununterbrochenen Streben des Menschen nach Wegen zur Erhaltung der Gesundheit und zur Bekämpfung der Krankheit. Schon früh zwang der Selbsterhaltungstrieb zum Kampf gegen das Leiden und setzte menschlichen Verstand und menschliches Können ein gegen die Krankheit. Zwar brachte es die geringe Kenntnis von den physiologischen Vorgängen des Organismus mit sich, daß oft Wege beschritten wurden, die uns heute unerklärlich erscheinen, daß Apparate zur Behandlung irgendwelcher Störungen erdacht wurden, deren sinnvolle Unsinnigkeit uns zum Lachen reizt, daß Arzneien gemischt wurden, deren Bestandteile uns nur Kenntnis geben vom Aberglauben ihrer Zeit; auf der anderen Seite aber stehen die Ergebnisse ernster wissenschaftlicher Arbeit und sinnvollen Strebens, finden sich Beweise verantwortungsbewußten Arzttums, sind Berichte zu lesen, wonach schon in frühester Zeit Fragen aufgegriffen und gelöst wurden mit Mitteln und Wegen, die ihrer Zeit weit voraus eilten.

Einer der Stoffe, die lange völlig unergründet blieben, war das Blut, jener geheimnisvolle Saft, mit dessen Entschwinden aus dem Körper auch das Leben erlischt. So kam es, daß das Blut, von Mythen und Sagen umrankt, zu einem Sinnbild des Lebens überhaupt wurde. Bedeutete der Verlust des Blutes den Tod, mußte umgekehrt die Zufuhr von Blut in einen absterbenden oder kranken Leib irgendwie günstig auf Leben und Gesundheit eines Menschen einwirken. Wenn auch zunächst ganz andere Ziele vorschwebten, die mit der Übertragung von Blut verbunden wurden, so befaßte man sich doch bald mit den Möglichkeiten, dieses Vorhaben Wirklichkeit werden zu lassen.

Und es wurden Möglichkeiten in überraschend großer Zahl gefunden.

Die Geschichte der Bluttransfusion beweist, wie in der Medizin sich eine uralte Idee durch Jahrhunderte hindurch aus der Verworrenheit früherer Vorstellungen zu einem Heilverfahren herauskristallisierte, das in seiner heutigen Einfachheit zu den schönsten Fortschritten und dankbarsten Erfolgen der Heilkunde führte.

Ursprünglich ging man aus von der Vorstellung, daß das Blut der Sitz von Seele, Kraft und Jugend sei, und schrieb viele sonst unerklärlichen Vorgänge der im Organismus kreisenden mystischen Flüssigkeit zu, deren richtige Mischung gleichbedeutend sei mit Gesundheit und Wohlergehen. Man spielte mit dem Gedanken, dieses Blut von einem Gesunden in den Kreislauf des Kranken zu überführen, wenn diesem eine der an das Blut gebundenen Eigenschaften fehlte, schon sehr früh.

Bekannt sind die Verse Ovids, die zur Blutübertragung auffordern, um alte Männer zu Jünglingen zu machen; so verjüngte nach der Sage Medea den greisen Anchises, dessen altes Blut aus dem Hals entleert wurde, und hat damit der Bluttransfusion die alte Bezeichnung „Cura medeana" gegeben. Ferner berichten Keilschriften der Ninive-Bibel von ähnlichen Versuchen. Bei Papst Innocens VIII. soll der Versuch gemacht worden sein, das schwindende Leben durch einen aus dem Blut dreier Knaben zubereiteten Trank zurückzurufen. „Es wird zum Jüngling, den eben noch die Falte zum Greise gestempelt hatte"; mit diesen Worten preist Folli noch 1680 die Bluttransfusion an. Voller Begeisterung besingt er diese göttliche Einrichtung, die den sterblichen Menschen unsterblich machen könne und die sein Leben von Zeit und Alter unabhängig mache.

In anderen Fällen glaubte man durch Übertragung fremden Blutes ethische Ziele erreichen zu können; es sollte z. B. das Blut eines mit Tugenden überreich Gesegneten einen in dieser Hinsicht weniger Begünstigten zum „gesitteten" Leben zurückführen; oder es sollte bei Melancholischen oder anderen Geisteskranken eine psychische Umstimmung erzielt werden. Auf dem Umwege, die Bluttransfusion hierbei und zeitweilig sogar als Allheilmittel gegen alle möglichen Krankheiten einzusetzen, kam man erst spät auf das Naheliegendste, nämlich sie als Ersatz bei Blutverlusten oder Blutkrankheiten anzuwenden.

Die Entwicklung der Methodik der Blutübertragung bis zum heutigen Tage ist ein langer, an vielen Enttäuschungen reicher,

aber keineswegs abgeschlossener Weg. Ich möchte aus dem Beginn ihrer Geschichte nur einzelne Daten hierzu angeben: 1480 empfiehlt Marsilius Ficinus das Blut als Stärkungs- und Verjüngungsmittel; Cardanus (1556) hält eine Übertragung des Blutes für technisch möglich, Andreas Libavius (1615) jedoch verspottet die Phantasten, die an eine solche Möglichkeit glauben sollten, was ihn aber nicht hindert, eine klare Anleitung zu geben, wie es zu machen wäre. Johannes Colle (Padua 1628) und Magnus Pegelius (Rostock 1615) dagegen preisen sie wieder an, durchgeführt hat sie bis dahin aber noch niemand. Nachdem Harvey den Kreislauf des Blutes beschrieben hatte, mußte es ein Theologe namens Potter sein, der 1638 den Ärzten die Transfusion vorschlug; nun machte der Gutsbesitzer von Wahrendorf 1642 aus reiner Neugier Versuche mit seinen Jagdhunden. Christoph Wren (1656) machte ebenfalls schüchterne Infusionsversuche an Hunden. Die erste Transfusion am Tier nahm wohl R. Lower (Oxford 1666) vor, der von der Arteria carotis zur Vena jugularis transfundierte. Im folgenden Jahr, am 17. Juni 1667, wagten Dénis und Emmerez die erste Transfusion von Tier zu Mensch, und zwar von der Carotis eines Lammes zur Armvene eines Menschen. In der Folgezeit wurden vereinzelte Versuche von mehreren Forschern unternommen (Major, Elsholz usw.). Unter den vier Lammbluttransfusionen, die Kaufmann 1668 vornahm, waren drei Fehlschläge. Wenn dies auch nicht hinderte, daß das allgemeine Interesse für diese neue Heilmethode zunahm, so führten doch die Mißerfolge dazu, daß ein hoher Gerichtshof die Bluttransfusion von einer besonderen Genehmigung abhängig machen zu müssen sich veranlaßt sah. Die Fehlschläge, die man erlebte, führten in der Folgezeit dazu, daß man sich mehr mit der Wirkung des Blutes, seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften befaßte; so fand man u. a., daß auch defibriniertes Blut als belebender Stoff wirksam sei; jedoch die Annahme, nun seien alle Schwierigkeiten behoben, erwies sich als irrig. Man stellte ferner die Indikationen zur Bluttransfusion fest (Kühne, Neudörfer, Dieffenbach, Schwarz) und stritt lange, ob die Verwendung artfremden, d. h. tierischen, Blutes, als Blutersatz beim Menschen zu empfehlen sei, eine Frage, die jetzt dahin geklärt ist, daß nur artgleiches Blut, d. h. nur von Mensch zu Mensch übertragen wird. Zur Zeit des Hasse und Eckert jedoch floß das Blut der Lämmer in Strömen. Der lange Zeit bei der Transfusion vorgenommene deplethorische Aderlaß wurde nach der Feststellung Worm-Müllers, daß auch die In-

fusion bedeutender Flüssigkeitsmengen in den Kreislauf das Wohlbefinden nicht störe, aufgegeben. v. Bergmann bezeichnete 1883 die Bluttransfusion als einen phantastisch der wissenschaftlichen Erforschung der Blutphysiologie vorausgeeilten Versuch und lehnt sie wegen der Gefahr der Fermentintoxikation ab. Vom Beginn des 20. Jahrhunderts an aber — nach Entdeckung der Blutgruppen — beginnt der große Siegeszug der Bluttransfusion.

Heute wird der therapeutische Wert der Bluttransfusion bei richtiger Indikation allgemein anerkannt; jedoch die Meinungsverschiedenheiten über das beste Verfahren der Blutübertragung sind noch sehr groß. Das erklärt sich aus der Vielzahl geforderter Eigenschaften, die eine Methode besitzen muß, um sich durchzusetzen.

Bei der Vornahme der Bluttransfusion sind zwei Hauptschwierigkeiten zu überwinden:

1. die außerhalb des Gefäßsystems rasch eintretende physiologische Gerinnung des Blutes,
2. die während und nach der Transfusion auftretenden Reaktionen des Organismus gegen das fremde Eiweiß.

Bei der Beurteilung der einzelnen Methoden muß man zunächst einen optimalen therapeutischen Effekt und daneben einfachste Handhabung fordern, davon ausgehend, daß die Bluttransfusion nicht nur ein Arbeitsgebiet des Chirurgen, sondern jedes praktischen Arztes werden soll. Von anderen Forderungen, die bei einer Methode erfüllt sein sollen, seien noch die genannt, die zum Teil auf dem Bluttransfusionskongreß in Zürich 1935 ganz allgemein erhoben wurden:

Sicherheit der Blutüberleitung;
keine Lebensgefahren und keine Schädigungen, besonders des Spenders;
Möglichkeiten der biologischen Vorprobe;
Möglichkeiten genügend großer, auch rascher Überleitung;
Überleitung ungeschädigten Blutes;
kurze Übertrittszeit von Spender zu Empfänger;
Meßbarkeit der transfundierten Blutmenge;
einfache, stets gebrauchsfertige und leicht keimfrei zu machende Apparatur;
einfache, kurzdauernde Vorbereitung der Apparatur;
Durchführung auch unter schwierigen Verhältnissen (Praxis, im Felde ohne Assistenz);
Möglichkeit, die Transfusion abzubrechen, ohne daß Spenderblut verlorengeht;

Vermeidung der Venenfreilegung beim Spender, möglichst auch beim Empfänger;

Trennung von Spender und Empfänger.

Dieser kurze Überblick gibt aber noch nicht alle Anforderungen wieder, die von verschiedenen Seiten gestellt werden. Es findet sich unter den vielen angegebenen Methoden kaum eine, die alle Vorzüge in sich trägt, und es wird wohl nie möglich sein, jeden Wunsch zu berücksichtigen. Aber einige der heute angewandten Verfahren ermöglichen es jedem Arzt, eine Bluttransfusion ohne erhebliche Schwierigkeiten vorzunehmen. Die Prophezeiung Scanzonis, daß die Bluttransfusion nie mehr als ein Schaustück für Kliniken sein werde, dürfte wohl zu voreilig gewesen sein.

Bei der Beschreibung der einzelnen Verfahren halte ich mich an die übliche Einteilung in direkte und indirekte Bluttransfusion; in mehreren Fällen ist aber eine klare Einteilung gar nicht möglich; außerdem finden sich im Schrifttum die verschiedensten widersprechenden Gruppierungen, die aber mit ihren Unterteilungen nur Unklarheit schaffen. Im allgemeinen rechnet man zu den direkten Methoden die, bei denen der Spender an den Empfänger angeschlossen ist, mag es sich nun um eine unmittelbare Verbindung der Blutgefäße von Spender und Empfänger ohne jedes Zwischenstück oder um die Benutzung zwischengeschalteter Apparate handeln. Eine andere Bedingung ist, daß das Blut keinerlei Beimischungen differenter Art enthält. Bei den indirekten Methoden wird das Spenderblut in einem Gefäß, das zunächst nicht mit dem Empfänger verbunden ist, gesammelt und dann oder auch schon während des Aderlasses durch einen Zusatz für kürzere oder längere Zeit ungerinnbar gemacht. Hierzu gehören auch die Verfahren, die auf der Verwendung gerinnungshemmenden Materials, wie Paraffin, Bernstein, Athrombit usw., beruhen. Dazwischen stehen die Methoden, bei denen mittels Spritzen Blut abgenommen und sofort wieder injiziert wird.

B. Direkte Bluttransfusion

1. Gefäßnaht.

Als physiologisch nächstliegendes und bestes Verfahren der Bluttransfusion wird man zunächst die unmittelbare Gefäßverbindung von Spender und Empfänger ansehen, sei es nun eine Naht von Arterie zu Vene oder von Vene zu Vene oder

auch von Arterie zu Arterie. Es soll unverändertes Blut aus dem Gefäßsystem des Spenders zu dem Empfänger überfließen, ohne mit Luft oder irgendeinem körperfremdem Material in Berührung zu kommen. So einleuchtend dies erscheint, zeigte sich doch bald, welche Schwierigkeiten zu überwinden waren, um dieses Ziel zu erreichen.

Als erster unternahm Crile 1906 eine unmittelbare Überleitung von der Arteria radialis des Spenders in die Vena cubitalis des Empfängers, wobei er das Endothel beider Gefäße so vereinigte, daß das Blut nicht mit anderen Schichten in Berührung kam. Angeregt wurde er zu diesem Vorgehen durch die Veröffentlichung Carells über eine leistungsfähige Methode der direkten Gefäßnaht mit Erhaltung des Lumens. Wenn man nun glaubte, hiermit der Blutübertragung den Weg geebnet zu haben, so sah man im Laufe der Zeit trotz der Verbesserung dieser Methode ein, daß sie große Nachteile in sich barg. Die Gefahr der Gerinnung war keineswegs gebannt, ja es konnte gerade die Nahtstelle hierzu den Anlaß geben; die Möglichkeit der Übertragung von Krankheiten von Empfänger zu Spender, die Ungewißheit über die transfundierte Blutmenge und nicht zuletzt die erforderliche feine Technik ließen diese Methode im allgemeinen Gebrauch nie häufig geübt werden. Von den einzelnen hieran anschließenden Verfahren möchte ich folgende erwähnen:

Die von Crile vorgenommene ringförmige direkte Gefäßvereinigung, die auch von Coenen, Carell, Enderlen, Hotz, Floerken geübt wurde, ist von Sauerbruch dahin verbessert und vereinfacht worden, daß die Spenderarterie in einen Spalt der Empfängervene eingeschoben und angenäht wird. Diese Methode ist zwar wegen des Fortfalls der schwierigeren zirkulären Naht etwas einfacher, erfordert aber immer noch ein sehr geschicktes Arbeiten, zumal schon durch unvorsichtige Berührung die Arterie kollabieren kann. Der Vorgang bei diesem Invaginationsverfahren nach Sauerbruch sei kurz beschrieben:

Empfänger und Spender — letzterer etwa 20 cm höher gelagert, um den Bluteinfluß zum Patienten zu erleichtern — liegen Kopf neben Fuß parallel zueinander auf Operationstischen. Die für die Operation vorgesehenen Arme liegen auf einem kleinen Tischchen zwischen Spender und Empfänger. Nach Sauerbruchs Angaben sollte der Spender sitzen; dies wurde von Erkes abgeändert, zumal durch eine auftretende Bewußtlosigkeit des Spenders die Transfusion und unter Umständen bei unbewußten Bewegungen die Asepsis gestört werden konnte. In der günstigsten Stellung werden die Arme durch Binden fixiert. Nach Präparation der Vena mediana cubiti des Empfängers in einer Länge von 1 cm bis 1,5 cm wird die Radialarterie des Spenders auf 7—9 cm freigelegt. Weit distal wird sie durchschnitten, der distale Stumpf

wird abgebunden; das proximale abgeklemmte Ende führt man durch einen mit Darmfäden durchzogenen Schlitz im freigelegten Teil der Empfängervene oder zieht ihn mittels eines eingefetteten Seidenfadens (Erkes) hinein und fixiert die Gefäße durch Überkreuzung bzw. Verknotung der Haltefäden. Nunmehr wird die Abklemmung an der Arterie gelöst, und es strömt das arterielle Spenderblut zum Empfänger. Während der Operation ist das Wundgebiet feucht zu halten.

Es war nicht ganz einfach, bei diesem Verfahren festzustellen, wann das Einströmen des Blutes stockte bzw. ob überhaupt Blut überfloß. Um festzustellen, ob bei dieser Operation auch wirklich eine Blutübertragung stattfindet, modifizierte Wendel das Verfahren dahin, daß er die Spenderarterie kurz vor einem freigelegten Seitenast in die Vene einlegte, diesen Seitenast distal unterband, proximal abklemmte und nun bei Kompression der Hauptvene bei Lösung der proximalen Klemme feststellen konnte, ob Spenderblut überfloß; in diesem Fall füllte sich der Seitenast prall an.

Reichte den meisten Autoren die Arteria radialis aus, ging Hotz so weit, die Arteria brachialis des Spenders zu opfern; wenn dies auch geschah, um einen ausreichenden und schnellen Blutüberfluß zu ermöglichen, so wurde damit aber der dem Spender gesetzte Schaden noch größer und als weitere Folge die Bereitwilligkeit zum Spenden immer geringer. Man beschränkte sich deshalb im allgemeinen auf die Gefäße in der Ellenbeuge und versuchte, durch Hilfsmittel einen glatten Überfluß des Blutes zu gewährleisten und gleichzeitig eine weitere Vereinfachung des Verfahrens zu erzielen. Zunächst wurden ringförmige Bindeglieder benutzt.

2. Einschaltung von Prothesen.

Diese Prothesen waren aus resorbierbarem Magnesium (Payr) oder Galalith (Lampel) oder Silber (Ottenberg) oder Gänsekielen (Doyen) hergestellt. In der Regel wird hierbei das Gefäß durch den Ring hindurchgezogen und nach außen umgekrempelt; das andere Gefäßende wird darübergezogen und befestigt, ein Verfahren, das aber bei sehr kleinen oder arteriosklerotisch veränderten Gefäßen auf Schwierigkeiten stoßen kann. Goebel und Poggemann empfahlen eine zweiteilige Prothese mit Ösen zur Fixierung der Venenhaltefäden. Manche dieser Hilfsmittel waren insofern unpraktisch, als für jeden Gefäßdurchmesser besondere Instrumente benötigt wurden. Aus diesem Grunde schuf Elsberg ein verstellbares Schaltstück. Von diesen ringförmigen Prothesen ging man bald zu röhren-

förmigen Schaltstücken über, wodurch die Technik weiter vereinfacht wurde und wobei eine weniger weite Gefäßfreilegung erforderlich war; andererseits erhöhte sich die Gefahr der Gerinnselbildung. Schon Libavius (1540—1616), der eigentlich ein kampflustiger Gegner der Bluttransfusion war (siehe Einleitung), hatte in seiner Schrift spöttisch erwähnt, man solle einfach bei Spender und Empfänger zwei silberne Kanülen, die aufeinander passen, in die Arterien einbinden. Als erster befaßte sich Regnier de Graaf 1852 damit, der auspräparierte Tiergefäße zu diesem Zweck als Schaltstück vorschlug. In der Folgezeit hatte jeder sein besonderes Material entdeckt, das er als besonders geeignet empfahl. So benutzten Frank und Baehr Hundekarotiden, die in Formalin gehärtet waren und in flüssigem Paraffin aufbewahrt werden konnten; dagegen lobte Payr paraffinierte Kalbsarterien, während Goebel und Poggemann ihre Transfusionen mit der frischen Aorta von Kaninchen ausführten. Tuffier und Haberland wiederum zogen Röhrchen aus Silber oder Glas vor, die im Inneren paraffiniert waren.

Darauf weiter aufbauend, ging man schließlich dazu über, zwischen die beiden Blutgefäße von Spender und Empfänger zwei Glaskanülen einzuschalten, die durch ein Gummiröhrchen miteinander verbunden waren (Hotz, Eloesser). Dieser kleine „Apparat" wurde vor Gebrauch mit Natriumzitrat gefüllt. Noch einen Schritt weiter ging Walter, der einen Dreiwegehahn benutzt, durch dessen Betätigung in einem 1-ccm-Zylinder die transfundierte Blutmenge bestimmt werden konnte.

Sämtliche Teile, die er gebraucht, sind mit Paraffin. liquidum benetzt. Hiermit hält Seifert auch das freiliegende Gewebe frisch, um eine Kontraktion der Arterie durch thermische oder mechanische Reize zu vermeiden.

Mit der Benutzung eines graduierten Zylinders war ein großer Vorteil erreicht. War es bisher einer groben Schätzung überlassen, wieviel Blut transfundiert wurde, war jetzt die Möglichkeit gegeben, entsprechend der Indikation eine genau bestimmbare Blutmenge überzuleiten. Es fielen damit die gefährlichen Hilfsregeln fort, nach denen so lange Blut überfließen sollte, bis die Lippen des Spenders zuckten oder andere Anzeichen eines starken Blutverlustes sich feststellen ließen.

Hatte man bisher stets von einer Arterie des Spenders zu einer Vene des Empfängers Blut übertragen, stellte Schöne erstmalig eine Verbindung zwischen den Venae cubiti mediales des Empfängers und des Spenders her; auf diese Weise wird der Eingriff für den Spender wesentlich schonender gestaltet.

Daß ausschließlich venöses Blut transfundiert wird, beeinflußt den Wert der Transfusion so unerheblich, daß später nur noch dieses Verfahren angewandt wurde. Doch auch dieser Fortschritt barg einen Nachteil in sich. Reichte bisher der in den Arterien herrschende Druck aus, das Blut mit genügender Stärke zum Empfäger zu treiben, kam es jetzt nur in günstigen Fällen zu einem wenn auch langsamen Überfließen, so daß meist leicht durch Gerinnung die Transfusion unmöglich wurde. Um den langsamen Strom des venösen Blutes zu beschleunigen, schlug Schöne vor, kurz vor der Transfusionskanüle durch einen Seitenast der Spendervene fortlaufend Kochsalzlösung einströmen zu lassen. Andere spritzen zu diesem Zweck durch eine Seitenleitung des Schaltstückes Kochsalz- oder Natriumzitratlösung ein (Rogge). Dies hatte aber allzu leicht zur Folge, daß aus einer Bluttransfusion eine einfache Kochsalzinfusion wurde. Es mußte also ein Weg gefunden werden, das aus der Spendervene fließende Blut durch künstlich erzeugten Druck dem Empfänger zuzuführen. Und damit beginnt ein neues großes Kapitel in der Geschichte der Bluttransfusion.

Die bis jetzt erwähnten Methoden werden heute nur in seltenen Fällen noch angewandt. Sie zeigen aber, in ihrer Ausarbeitung voneinander abgeleitet, einen von der direkten Gefäßverbindung ohne jedes Zwischenglied über die Verwendung ringförmiger Prothesen und einzelner und dann miteinander verbundener Verbindungsröhrchen zur Einschaltung eines zwischen Spender und Empfänger angeschlossenen Apparates führenden Weg.

3. Einschaltung von Apparaten.

Die schwierige Technik der Gefäßnaht, die für den Spender recht eingreifende und zum Teil entstellende Operation, die Unmöglichkeit oder Schwierigkeit, die transfundierte Blutmenge zu bestimmen, sowie die Tatsache, daß bei den genannten Methoden die Bluttransfusion fast ausschließlich dem Chirurgen zustand, ließ nach Verfahren suchen, denen diese und andere Nachteile nicht anhaften.

Nachdem schon Major und Elsholz 1664 und 1665 eine Transfusion und Infusion mit Spritzen beschrieben hatten und Martin 1859 venöses nicht defibriniertes Menschenblut, wenn auch in geringen Mengen, infundiert hatte, unternahm Ziemssen 1892 größere Transfusionen mit Hilfe von 10—12 20-ccm-Spritzen,

die nach jeder Injektion gewechselt wurden, um mit physiologischer Kochsalzlösung gespült zu werden.

Man zieht vom Spender aus einer geeigneten Armvene mit der Spritze 20 ccm Blut ab; dann wird die Spritze vom Spender abgenommen, beim Empfänger eingesetzt und in dessen Armvene entleert. Vorbedingung ist ein rasches reibungsloses Ineinanderarbeiten der beiden Operateure, von denen der eine die Blutentnahme beim Spender vornimmt, während der zweite das Blut beim Patienten injiziert. Es treten jedoch nicht selten hierbei Störungen auf durch Verstopfung der Kanülen und Spritzen durch Blutgerinnsel.

Diese Methode, verblüffend in ihrer Einfachheit, wird in der späteren Zeit noch oft als Neuentdeckung empfohlen (Dorner, Kemper usw.). Das Verfahren wurde 1913 von Lindemann wieder aufgegriffen und kam erst jetzt mehr zur Verwendung. In gleicher Weise transfundierten auch Pust, Baller, Unger, Béraud, Moons. Béraud ließ die Spritzen nach Gebrauch mit Natriumzitrat durchspülen, um die erwähnten Störungsmöglichkeiten weitgehend zu beheben. Unpraktisch blieb aber, daß die Spritzen vom Spender zum Empfänger hinübergereicht werden müssen und daß mit jedem Einführen einer Spritze die Lage der Kanülen gefährdet wird. Es wurde also versucht, ein Gerät zu schaffen, das während der ganzen Dauer der Transfusion festliegen konnte. Zu diesem Zweck banden Kurdis und David zwei hörnerartige Fortsätze eines Glaszylinders in die Venen ein. Mit einer innen paraffinierten Rekordspritze, die am anderen Ende mit dem Zylinder verbunden ist, wird nach Zuklemmen der Kanülenenden ein Vakuum geschaffen, wodurch das Blut in den Zylinder eingesogen wird. Auch hierbei war eine genaue Mengenmessung möglich.

Größeren Erfolg aber hatte eine andere Methode, die sich bis auf den heutigen Tag bewährt hat und die in ihrer Urform wie auch in zahlreichen Umänderungen viel benutzt wird.

Es handelt sich um das Verfahren von Oehlecker, der im Jahre 1919 seinen Bluttransfusionsapparat beschrieb. Von seiner Methode sagt er nach vielen eigenen Versuchen 1924: „Wir nähern uns hier schon stark jener Transfusionsart, die zwar unpraktisch, aber in physiologischer Hinsicht die beste ist, nämlich der Gefäßnaht."

Das Prinzip der Methode ist ein einfaches Hinüberpumpen des Blutes von Vene zu Vene mit Hilfe eines metallenen Zweiwegehahnes und mehrerer 50-ccm-Glasspritzen, die nach jeder Entleerung gewechselt und durchgespült werden. Spender und Empfänger werden hierbei nach einer der von Oehlecker angegebenen vier Möglichkeiten gelagert, je nachdem, welcher Arm, besonders des Spenders, die besten Venen besitzt. Nach Desinfektion mit Äther und Alkohol werden in örtlicher Betäubung mit Novocain (½%) die Venen freigelegt. Es empfiehlt sich, ohne Adrenalinzusatz zu anästhesieren, um einem

immerhin möglichen Gefäßkrampf vorzubeugen (Hesse). Man wählt zur Freilegung eine deutlich fühlbare oberflächliche Vene der Ellbogenbeuge, die distal bald in der Tiefe verschwindet, da diese erfahrungsgemäß am geeignetsten sind. Je drei Catgutfäden dienen dazu, beim Spender zentral, beim Empfänger peripher zu unterbinden, sowie zum Anziehen beim Einführen der Kanüle in die quereingeschnittene Vene und schließlich zum Abbinden nach Beendigung der Transfusion. Die Glaskanülen werden beim Spender handwärts, beim Empfänger körperwärts eingelegt. Zur leichteren Einführung der Glaskanüle kann man eine besondere Venenhohlsonde benutzen, die ebenfalls von Oehlecker angegeben wurde. Um einen schnellen glatten Verlauf der Transfusion zu erreichen, ist eine gut abgestimmte Stauung ein sehr wichtiger Punkt. Es wird eine Staubinde, so z. B. die Gummimanschette des Sphygmomanometers, hoch am Oberarm angelegt, um einen großen Bezirk der Ellenbeuge freizulassen. Erreicht werden soll eine blaue Stauung bei noch fühlbarem Radialispuls, d. h. der Druck soll zwischen 70 und 100 mm Hg liegen. Vor Freilegung der Venen wird der Apparat schnell auf Funktionsfähigkeit geprüft, besonders, ob der Zweiwegehahn sich leicht drehen läßt. Ein Tropfen flüssigen Paraffins bewirkt erleichterte Drehung und ausreichenden Luftabschluß.

Um die Bildung von Gerinnseln im Zylinder zu vermeiden, empfiehlt Hesse, das Lumen der Spritzen mit folgender Salbe zu bestreichen: Natrium citric., Ad. lanae anhydr., Aq. dest. je 10,0, Paraff. liq. sterilis. 70,0 (Kirschner und Schubert). Nach Einlegen der Kanülen, die am vorderen Ende ein kleines Glasknöpfchen tragen oder aber durch Flußsäure angeätzt sind, um eine sichere Befestigung in der Vene zu gewährleisten, wird die mit 10—20 ccm 0,9 prozentiger Kochsalzlösung gefüllte Glasspritze aufgesetzt. Der Zweiwegehahn steht dabei in Mittelstellung. Eine Füllung mit Natriumzitrat ist überflüssig, zumal sie das Prinzip der Übertragung unveränderten Blutes umstoßen würde. Danach wird der Hahn zum Spender umgestellt und es werden etwa 5 ccm NaCl eingedrückt; darauf kommt der Hahn in Empfängerstellung, damit auch diese Strecke mit Kochsalzlösung gespült wird. Jetzt beginnt die eigentliche Transfusion: Der Hahn wird zum Spender eingestellt; bei guter Lage der Kanülen und guter Stauung wird der Stempel vom einlaufenden Spenderblut meist allein hochgetrieben. Das Einlaufen des Blutes erleichtert man durch leichten Zug am Spritzenstempel, wobei man sich aber vor zu starkem Zug hüten muß, um die Venen nicht zusammenzuziehen; ferner kann eine schnellere Füllung der Spritze erreicht werden, wenn der Spender seine Faust abwechselnd öffnet und schließt. Doch dies sind Hilfsmittel, die bei jeder Blutentnahme angewandt werden.

Zunächst werden auf diese Weise nur 10—20 ccm Blut aufgesogen und in die Vene des Empfängers geleitet. Anschließend werden mit einer anderen Spritze die Wege mit NaCl gefüllt. Man wartet nun 10—15 Minuten, um die von Oehlecker immer wieder geforderte biologische Vorprobe, auf die ich noch zurückkommen werde, abzuwarten. Stellen sich keine Unverträglichkeitserscheinungen ein, wird die Transfusion in der beschriebenen Weise fortgesetzt: Blut ansaugen — Blut einspritzen — Spritze auswechseln. Mit der von der Operationsschwester durchgespülten und mit 10 ccm NaCl gefüllten Spritze wird das System in der Reihenfolge Spender — Empfänger durchgespritzt; danach kommt der Hahn wieder in Spenderstellung. Blut ansaugen — Blut einspritzen usw. Die Reihenfolge Spender — Empfänger bei der Durchspülung nach dem Spritzenwechsel ist einzuhalten, einmal um etwa entstandene Luftblasen dem Spender einzuspritzen, wo die Luftblase beim anschließenden „Arbeitsgang", d. h. beim Ansaugen, wieder herauskommen,

beim Empfänger jedoch direkt in den Kreislauf geraten und so die Ursache einer Luftembolie werden würde; dann aber auch, um besonders den Weg zum Spender von Blutgerinnseln freizuhalten. Nach der Transfusion der erforderlichen Blutmenge wird die Stauung beim Spender gelöst; darauf entfernt man die Kanülen und unterbindet die Venen mit den bereitliegenden Fäden. Das zwischen den Ligaturen liegende Stück wird exzidiert; abschließend werden die Wunden zuerst beim Spender, dann beim Empfänger vernäht oder durch Klammern versorgt.

Die Anwendung des Oehleckerschen Apparates erfordert somit eine gewisse Übung und Geschicklichkeit. Wichtig ist, daß die Spritze beim Auswechseln nicht zu locker eingesetzt wird, um das Einziehen von Luft zu vermeiden; andererseits stört zu festes Einsetzen die folgende Abnahme der Spritzen und damit wieder die gute Lage der Kanülen. Es empfiehlt sich, die Glasspritzen jeweils mit kurzen Drehbewegungen einzusetzen und abzunehmen. Ferner muß vermieden werden, daß die Venenwand des Spenders durch den Sog die Kanülenöffnung verlegt oder an sie anklebt, da hierdurch die Blutströmung unterbrochen wird und das Blut zu Gerinnung kommen kann.

Oehlecker forderte zunächst in allen Fällen Freilegung der Venen; später konnte er sich davon überzeugen, daß es sehr gut möglich ist, besonders beim Spender mit der einfachen Venenpunktion auszukommen.

Der von Oehlecker beschriebene Apparat erschien in allen möglichen Veränderungen, die sich aber nur selten als wirkliche Verbesserungen herausstellten; in vielen Fällen wird der ursprüngliche Apparat allen seinen Nachfolgern vorgezogen:

Die lästige Venaesectio bei Spender und Empfänger umgeht Schiller dadurch, daß er erst beim Spender und dann beim Patienten Infusionsnadeln einführt, die mit Leukoplast befestigt werden. Rüdel benutzt auch den Oehleckerschen Apparat, verwendet aber gedoppelte Kanülen zur Punktion. Durch Abwinklung der metallenen Zuflußarme, die an dem Zweiwegehahn drehbar angebracht sind, wird die Lagerung von Geber und Empfänger und damit die Durchführung der Transfusion erleichtert. Anstatt eines Zweiwegehahnes nimmt Unger einen mit vier Wegen. Benutzt werden zwei Glasspritzen, von denen die eine zur Ansaugung und Einspritzung des Blutes, die andere zur Durchspülung des Systems mit physiologischer Kochsalzlösung dient. Weniger vorteilhaft ist es, daß zur Bedienung dieses Gerätes zwei Personen mindestens erforderlich sind. Um diesen Nachteil wieder zu beheben, fügte O. A. Brines an Stelle der zweiten Glasspritze einen Irrigator für Kochsalzlösung mit Schlauchleitung ein. Es wird jetzt selbsttätig z. B. bei Einspritzung des Spenderblutes in die Empfängervene Kochsalzlösung unter ausreichendem Druck — der Irrigator ist in entsprechender Höhe befestigt — in der Richtung nach dem

Spender einlaufen, während bei der Blutansaugung die Strecke zum Empfänger gespült wird. Ferner erübrigen Venenpunktionsnadeln die Freilegung der Venen. Der Vierwegehahn von Unger wurde noch unwesentlich modifiziert von Donahue.

Tzanck greift wieder auf den Dreiwegehahn zurück, dessen dritter Ansatz zu einem Gefäß mit künstlichem Serum führt, womit das System gefüllt und gespült wird. Den nach Oehlecker erforderlichen Spritzenwechsel umgeht Konoplev, indem er eine 100—150 ccm fassende Spritze und einen Dreiwegehahn mit besonderer Regulierungseinrichtung benutzt. Walinski bleibt wohl bei dem Zweiwegehahn, nimmt aber an Stelle der Glaskanülen innen hochglanzpolierte Punktionsnadeln und ersetzt die 50-ccm-Spritze durch eine 20-ccm-Rekordspritze, die mit dreiprozentigem Natriumzitrat durchgespritzt und mit 0,5 ccm bis 1 ccm Zitrat gefüllt wird.

Nach Punktion der Spendervene wird Blut angesaugt; anschließend wird die Empfängervene punktiert, aus der ebenfalls etwas Blut aufgesogen wird. Hat man sich davon überzeugt, daß die Kanülen richtig liegen, wird möglichst rasch unter Benutzung des Zweiwegehahnes Blut transfundiert. Gegebenenfalls wird eine zweite Spritze genommen. Die biologische Vorprobe wird vor der Transfusion durch intravenöse Injektion von 10 ccm Blut vorgenommen. Mirau kommt zu dem schnellen Ergebnis, daß diese Methode wegen ihrer Einfachheit ein ideales Verfahren sei, das die technische Frage der Bluttransfusion am besten löse. Ähnliche subjektive Feststellungen sind aber über jede der unzähligen angegebenen Methoden der direkten Blutübertragung zu finden.

Umständlich war nach Oehleckers Verfahren neben der Venenfreilegung auch die Bedienung des Zweiwegehahnes. Um dies zu erleichtern bzw. ganz abzuschaffen, schuf Zimmermann eine Transfusionsspritze ohne jeden Wegehahn. Er gab eine mehrwegige Injektionsspritze an, die während der Transfusion im warmen Wasserbad stehen kann. Die Spritze besteht aus einem unten geschlossenen Hohlzylinder, in dessen Wandung ungefähr in der Mitte in einem Abstand von 120° drei Ansatzrohre eingelassen sind. Der dazu gehörige Glaskolben trägt auf einer Seite eine schmale plangeschliffene Fläche. Durch Drehen des Kolbens um jeweils 120° kann man die über das Ansatzstück angesaugte Flüssigkeit über einen der beiden anderen Wege auspressen. Da hierbei zuweilen Luftblasen entstehen, die nur schwer aus dem System zu entfernen sind, setzt Nieden zu Zimmermanns Spritze ein viertes Ansatzstück an, um auf diesem Wege etwa eingedrungene Luftbläschen herauszubringen. Eine andere Konstruktion ist die Spritze von Jubé, ähnlich der von Zimmermann angegebenen, die nur zwei Fort-

sätze trägt. Durch Schmierung mit Paraffinöl wird eine leichte Handhabung erreicht.

Einen gleichen Weg beschritt Goepel, der auf der XX. Tagung mitteldeutscher Chirurgen 1932 seinen Apparat „Assa" vorführte. Es handelt sich um eine Spritze, die ausschließlich aus Glas hergestellt ist. Der Zylinder trägt in mittlerer Höhe drei Schlauchansätze für Spender, Empfänger und Kochsalzgefäß. Der Stempel der Spritze besitzt eine Steigrinne, deren Lage durch eine Nocke am Führungsring gekennzeichnet ist. Zunächst wird mit der Spritze wiederholt Kochsalzlösung an- und abgesaugt, bis das System völlig luftfrei ist. (Als Gefäß für die Kochsalz- oder Ringerlösung eignet sich am besten ein männliches Urinal.) Dann werden die beiden Klemmen vor den Kanülen nach Austreiben der letzten Luftperle geschlossen, um erst nach dem Einbinden der Kanülen wieder geöffnet zu werden. Die Kanülenenden sind zylindrisch geformt, um einen besseren Halt zu haben.

Später gab Goepel eine besondere dreiteilige Kanüle an (V2a-Stahl), die die Freilegung der Venen vermeiden läßt. Die äußere vorn rund abgestumpfte Dauerkanüle wird mit der inneren scharfen Kanüle eingeführt; man sticht die Vene hiermit nur an und neutralisiert die Spitze durch einen stumpfen Mandrin; nunmehr schiebt man das Ganze so weit vor, bis die äußere Kanüle sicher liegt. Vor der Transfusion werden die beiden letzten Teile herausgezogen.

Ein anderer Versuch, das lästige Auswechseln der Spritze zu vermeiden, stammt von Jüngling, der seine „Rotanda-Spritze" empfahl. Er verlegt die Dreiwegeleitung in den Spritzenansatz. Eine Schrägbohrung im Konus kann durch Drehen mit einem der drei Ansätze des aufsitzenden Kopfstückes verbunden werden. Zwei dieser Ansätze führen zu Spender und Empfänger, der dritte endet in einem Gefäß mit Natriumzitrat.

Nach einer Anregung von Briem, der nach eigenen guten Erfolgen eine zweiläufige Jüngling-Spritze ohne jeden Zusatz von Spülflüssigkeit empfiehlt, gibt Jüngling selbst später an, es erübrige sich die Benutzung von Natriumzitrat, zur Spülung reiche Kochsalzlösung aus. Ferner sieht er bei guten Venen von einer Freilegung derselben ab und benutzt zur Punktion eine stumpfe Hohlnadel mit hohlem Mandrin und aufeinander passenden Flügeln.

Da eine einwandfreie Kontrolle über die Spülvorrichtung nach einiger Zeit des Gebrauches der Jüngling-Spritze nicht mehr möglich war, gab Oehlecker selbst eine Modifikation der Rotanda-Spritze an. Es wird in die Spülvorrichtung ein Kugelventil mit Doppelschlauch eingeführt, so daß beim Spülen nur klares Wasser angesaugt werden kann. Nach Briem, der ohne Zusatz und ohne jede Durchspülvorrichtung auskommen will,

besitzt der Metallkonus nur zwei Bohrungen, die um $^1/_5$ Drehung voneinander entfernt sind. Da hierbei ununterbrochen transfundiert werden muß, um eine Gerinnung zu verhüten, müssen die Venen auf jeden Fall freigelegt werden. Jedoch treten auch dann noch häufig Störungen auf.

Arko berichtet über ungefähr 100 Transfusionen nach Jüngling und empfiehlt, vorher die Spritze mit dreiprozentigem Natriumzitrat auszuspülen. Sicher hat auch Carabba seinen Apparat in Anlehnung an die Rotanda-Spritze erdacht.

Die hier geschilderten Verfahren benötigen (außer nach Briem) eine häufige und sorgfältige Spülung, sei es mit Natriumchlorid-, sei es mit Natriumzitratlösung. Dies machte die Blutübertragung etwas umständlich und unhandlich. Um hier eine Verbesserung zu erzielen, erfand Bécart eine Spritze, die in Frankreich sehr viel zu Bluttransfusionen gebraucht wird. Er benutzt eine Glasspritze, deren Kolben hohl ist. Die Höhlung wird gefüllt mit einem Gemisch von Vaseline (80 Teile) und Paraffin (20 Teile). Diese Mischung tritt durch Schraubenbewegungen am Stempel aus seitlichen Öffnungen desselben heraus und fettet so die Innenwand der Spritze ein. Diese Spritze ist sehr praktisch, eignet sich jedoch nur zur Übertragung kleinerer Mengen. Engel konstruierte eine ähnliche Spritze. Er füllt jedoch den Kolben mit 6prozentigem Natriumzitrat, um hiermit die oft zwischen Kolben und Spritzenwand entstehende Gerinnung zu verhüten. Das übertragene Blut kommt hierbei mit dem Zitrat kaum in Berührung. Im übrigen benutzt Engel dazu einen Zweiwegehahn, entsprechend Walinski. Es ist verständlich, daß jetzt auch wieder die einfache Rekordspritze ohne Zweiwegehahn und ohne hohlen Kolben versucht wurde. So führte Kemper zwei Kanülen in die Venen ein und übertrug das Blut mit 20-ccm-Spritzen, die vor jeder Blutfüllung mit einer 5prozentigen Lösung von Natriumzitrat durchgespritzt wurden. Gab Kemper auch an, dieses Vorgehen habe sich gut bewährt, so fanden andere, daß die Punktionsnadeln sich zu leicht verstopfen. Immerhin kann man kleinere Transfusionen ganz gut hiermit ausführen.

Die technischen Probleme, die bei der Konstruktion von Bluttransfusionsapparaten zu lösen waren, ließen selbstverständlich die Erfinder und Techniker unter den Ärzten nicht ruhen. Jedes einzelne Teilchen wurde in den verschiedensten Abarten erprobt; jede Bequemlichkeit wurde in den Ausführungen erstrebt, aber meist kam es so, daß sofort wieder Gegner aufstanden, die hier und da eine Abänderung forderten oder auch

selbst vornahmen, womit dann wiederum ein neuer Apparat in den Prospekten der Herstellerfirmen erscheinen konnte. Es trifft wohl zu, daß mit einem Teil dieser Modelle irgendein hervorstechender Vorteil verbunden war, aber dafür war in anderer Hinsicht der Apparat weniger wertvoll oder weniger praktisch. Aus der Vielzahl der erfundenen Instrumente und Apparate kann ich nur eine kleine Auswahl bringen, die aber doch die Hauptwege, die beschritten wurden, erkennen läßt.

Marr berichtet 1926 über ein neues Punktions- und Transfusionsinstrument, das eine Verbesserung des Weitzschen Apparates darstellt. Das wesentliche ist der neue Hahn, in dessen konisches Hahnkücken mit Flügelschraube die Bohrung so gelegt ist, daß sie seitlich an der Längsachse vorbeigeht und je zwei der drei möglichen Wege durch Drehen der Flügelschraube miteinander verbinden kann. Der Durchflußweg bei Abflußstellung ist dabei zweimal um 135° abgebogen, so daß durch den flachen Reibungswinkel die Gerinnungsmöglichkeit stark herabgesetzt ist.

Bei der Benutzung dieses Apparates zur Bluttransfusion wird der Nebenhahn mit einem Gefäß mit Kochsalzlösung verbunden. Es kann jederzeit das ganze System von hier aus gereinigt werden.

Andere benutzen den Apparat St. Georg, wobei besonders konstruierte Nickelkanülen mit zurückziehbarem Troikart verwendet werden. Dazu werden Oehleckersche Glasspritzen verwandt, die, mit etwas Kochsalzlösung gefüllt, angesetzt werden. Zwei Oehlecker-Spritzen sind gegeneinander auf einer Metallplatte fixiert; ein Vierwegehahn regelt die Strömungsrichtung zwischen Spender und Empfänger sowie zwischen den zwei Spritzen.

Hierbei und auch bei anderen Verfahren kommt es sehr auf die Geschicklichkeit und Übung des Operateurs und des Hilfspersonals an. So konnte es leicht vorkommen, daß bei der Benutzung des Zweiwegehahns durch falsche Stellung des Hahns die Transfusion gestört wurde. Um dies zu vermeiden, und auch um dem Ungeübten, der nur selten eine Blutübertragung ausführt, ein geeignetes Gerät zu schaffen, wurden Apparate gebaut, die jeden Fehler in der Bedienung ausschließen sollten. So hat Rutkowski einen Apparat mit zwei Kugelventilen konstruiert. Beim Ansaugen des Stempels einer 5-ccm-Rekordspritze öffnet sich das Ventil auf der Spenderseite, während die Empfängerseite sich schließt; umgekehrt schließt sich beim Eindrücken des Stempels die Spenderseite, um das Blut zum Empfänger fließen zu lassen.

Bei Soresis Methode werden eine 1-ccm-Spritze und zwei Kugelventile benutzt, ein etwas umständliches und wegen der langsamen Transfusion nicht immer erfolgreiches Verfahren.

Hirsch gibt eine Spritze an, auf die ein Zwischenstück mit einer Dreiwegedurchbohrung gesetzt werden kann; auf den zweiten Bohrkanal wird ein selbsttätiges Einlaßventil, auf den dritten ein solches für den Ausfluß angebracht. Von den Ventilen führt ein Gummirohr zu den Kanülen.

Von den komplizierteren Apparaten ist zunächst der von Jones anzugeben, der mit zwei Luerschen Spritzen von 20 ccm Inhalt arbeitet, dessen Kolben, durch Kuppelung miteinander verbunden, sich gleichzeitig entgegengesetzt bewegen, wobei zwei Ventile einen Rückstrom des Blutes sicher verhindern. Auch hierbei wird gleichzeitig angesaugt und transfundiert. Calicchio preist eine kostspielige Apparatur an, die von einer elektrischen Stahlpumpe mit zwei Kammern, die unabhängig voneinander sind, betrieben wird. Wenn eine dieser Kammern gefüllt wird, leert sich gleichzeitig die andere. Ein besonderer Mechanismus steuert die Kammertätigkeit, so daß ein fast gleichmäßiger Blutstrom resultiert.

Bécart zeigte in einem Film eine neue Methode, bei der mit Hilfe eines elektrischen Herzens eine rhythmische Injektion des Blutes erreicht wird. Mit ca. 60 Pulsationen pro Minute wird das Blut unter Anpassung an die normale Herzschlagfolge im Gegensatz zu den meisten anderen Methoden in bedeutend verkürzter Zeit transfundiert, wobei es nur mit antikoagulierenden Spezialmetallen und paraffinierten Gummischläuchen in Berührung kommt. Ebenfalls ein Apparat ohne Hahnstellung, der mit automatisch arbeitenden Ventilen versehen ist, wird von Brandtner angegeben. Mit diesem Verfahren können bei Bedarf in drei Minuten dreiviertel Liter Blut transfundiert werden.

Mögen auch diese Apparate meist ausgezeichnet arbeiten, so werden sie doch niemals eine allgemeine Verwendung finden, da einer der wesentlichen Punkte, die bei der Wahl eines Transfusionsapparates berücksichtigt werden, die Kostenfrage ist. Es ist dem Praktiker niemals möglich, zu solch kostspieligen Geräten sich zu entschließen. Wesentlich einfacher und billiger dagegen ist wieder der Apparat von de Bakey und Gillentine. Hierbei ist eine 5-ccm-Spritze mit einem Ventilrohr verbunden; von diesem Rohr führt seitlich ein Abgang zum Spender und ein zweiter zum Empfänger. Nach Ansaugen des Blutes wird das Ventilrohr etwas nach unten verschoben und damit die Verbindung zum Empfänger hergestellt.

Ausgehend von dem Satz: „Je komplizierter ein Apparat, je mehr Bestandteile, um so leichter kann er versagen" (Unger), propagiert Kapitanoff eine Methode, deren wenige Einzelteile bis auf einen Vierwegehahn aus Glas in jeder Praxis vorhanden sein dürften. Das gleiche hatten jedoch schon vorher Weintraub und Rogge empfohlen. Der Vierwegehahn wird an der einen Seite mittels eines 10 cm langen Gummirohres mit einer Rekordspritze (20—50 ccm) verbunden. Auf der anderen Seite tragen die beiden äußeren Wege (zweites und viertes Rohr) 15—20 cm lange dickwandige Gummiröhren mit Ansatzstücken für Punktionsnadeln; die mittlere Öffnung (drittes Rohr) führt über einen 60 cm langen Gummischlauch, der am Ende durch ein Metallstück beschwert ist, zu einem Glasgefäß, das eine 1—2prozentige Natriumzitratlösung enthält. Die Regulierung des Flüssigkeitsstromes erfolgt durch eine Klemme, die je nach Bedarf zwei Rohre abklemmt, so daß bei Verschluß des zweiten und vierten Rohres das System durchgespült wird, während bei Verschluß von drei und vier Blut angesaugt wird, das bei Freilassung von vier zum Empfänger fließt.

Ein anderer Apparat leitet sich von der primitiven Methode Avelings ab, der einen Gummischlauch, der die Gefäße von Spender und Empfänger verband und in der Mitte eine spindelförmige Anschwellung trug, rhythmisch zusammendrückte und so durch das dabei entstehende Vakuum wie auch durch den gleichzeitig entstehenden Druck das Blut vom Spender zum Empfänger transfundierte. Dieses Verfahren arbeitete Clemens weiter aus und schuf einen praktischen und einfachen Apparat. Er führt einen Gummischlauch, der die Venen von Spender und Empfänger verbindet, über eine Metallunterlage. Ein fester Halt des Schlauches wird durch zwei Gummiwülste erreicht. Auf der Spenderseite führt ein Y-förmiges Glas über einen Metallhahn mit hohlem Rekordspritzenkonus zu einer Straußschen Kanüle, während das andere Ende über einen Schlauch mit feststehender Klemme zu einem Irrigator mit warmer (40°) Natriumzitrat- oder physiologischer Kochsalzlösung führt. Die Transfusion erfolgt durch Ausstreichen („Melken") der mit Glyzerin oder Paraffin usw. geglätteten Schlauchmitte, wobei ein verschiebbarer Metallstift den für eine bestimmte Blutmenge (z. B. 5 ccm) auszustreichenden Weg angibt. Die Einstellung dieses Stiftes erfolgt vor Verbindung der Apparatur mit Spender und Empfänger. Nach drei- bis fünfmaligem Ausstreichen lockert man die Irrigatorklemme und durchspült das System. Dieser Gedanke fand seine Vollendung im Apparat von Beck

(1924), der aufgebaut ist auf dem Prinzip der ventillosen Schlauchpumpe. In sinnreicher Weise wird von einer rotierenden Walze ein Gummischlauch mit ziemlich kräftiger Wandung dauernd nach einer Richtung ausgepreßt. Hinter der Walze übt die Elastizität der jeweils sich entfaltenden Schlauchwandung bzw. das dabei entstehende Vakuum eine Saugwirkung aus. Von der nächsten Walze wird dann das angesaugte Blut zum Empfänger gepreßt. Um nun diese kombinierte Saug- und Pumpwirkung zu einer kontinuierlichen zu machen, wird der Gummischlauch durch eine Trommel geführt, und zwar zu einem Drittel des Trommelumfanges. Dieser Teil wird von den drei im Abstand von 120° angebrachten Walzen ausgepreßt. Dadurch wird erreicht, daß stets eine der Walzen den Schlauch komprimiert, so daß ein Rückströmen unmöglich ist. Ein eingeschalteter Vierwegehahn ermöglicht die Spülung des Systems mit physiologischer Kochsalzlösung. In der Transfusionsstellung fließt getrennt in dem einen Schlauch das Blut, im anderen die Kochsalzlösung. In Spülstellung wird die Kochsalzleitung in zwei Abschnitte geteilt und spült die Blutleitung in Richtung zum Spender und zum Empfänger. Die Menge der transfundierten Blutflüssigkeit läßt sich leicht mit der Zahl der Rotationen bestimmen, nachdem man vorher festgestellt hat, welche Flüssigkeitsmenge bei einer Umdrehung befördert wird. Meist entsprechen einer Umdrehung 3 ccm Blut. Beck verzichtet auf die Freilegung der Venen und empfiehlt seinen Apparat besonders dem Praktiker. Dagegen wurde geltend gemacht, der Becksche Apparat sei gerade nicht für den Praktiker geeignet, da bei seltener Benutzung die Gummiverbindungen spröde und rissig würden und den Apparat unbrauchbar machten.

Zur Punktion der Venen schlägt Beck Doppelkanülen vor, die mit einer Rekordspritze in die Venen eingeführt werden; anschließend wird die scharfe Innenkanüle herausgezogen, während die stumpfe Außenkanüle mit dem Schlauch verbunden wird.

Zuerst wird das ganze System mit physiologischer Kochsalzlösung gründlich durchgespült, dann wird zuerst der Empfänger und dann der Spender angeschlossen. Während der Transfusion ist darauf zu achten, ob sich die Gummiverbindung zum Spender nicht zusammenlegt. In diesem Fall wird auf Kochsalzlösung umgestellt und dann nach der Ursache der Störung gesucht. Oft ist es nur die Folge zu schneller Betätigung der Kurbel; wartet man einige Zeit, dann füllen sich die Venen wieder und damit auch das Gummirohr. Andernfalls ist anzunehmen, daß die Kanülen nicht mehr richtig liegen oder verstopft sind. Nach den Berichten in der Literatur zu schließen, erfreut sich dieser Apparat einer großen Beliebtheit. Mit einiger Umsicht und Übung wird hierbei die Bluttransfusion stets gelingen.

Ein Verfahren, das in letzter Zeit erst angegeben wurde, soll sich gut bewähren:

An eine 5-ccm-Rekordspritze sind ohne Zwischenschaltung eines Hahnes zwei Schläuche für Spender und Empfänger angeschlossen. Die Spritze hat einen Doppelkolben. Der Zwischenkolbenraum wird mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt, um ein Verkleben der Kolbenflächen zu vermeiden. Diese Spritze wird nach der Sterilisierung auf den Apparat aufgesetzt. Hier wird durch Drehen einer seitlich angebrachten Kurbel der Kolben bewegt, wobei eine sinngemäße zwangläufige Schaltung von Klemmventilen am Spender- und Empfängerschlauch sowie eine automatische Registrierung der übertragenen Blutmenge ausgelöst werden. Normal dauert eine Transfusion von 400—500 ccm Blut etwa 5 Minuten. Hervorgehoben wird, daß die Möglichkeit einer Gerinnung stark herabgesetzt ist durch Verwendung einer kleinen Spritze, Automatisierung des Vorganges, Vermeidung eines Hahnes und optimale Querschnittgestaltung der „Blutbahn", wodurch eine hohe Strömungsgeschwindigkeit im System erreicht wird. Eine Spülung mit Kochsalzlösung soll sich erübrigen. Die Punktion bei Empfänger und Spender ist durch besondere Vorrichtungen vereinfacht und schonender gestaltet. Durch Verwendung von langen Schläuchen können Spender und Empfänger optisch getrennt werden, was bei den meisten direkten Methoden nicht möglich ist. Das einzig Wichtige ist eine gute Punktion, die sich bei keiner Methode ersetzen läßt.

Zur Transfusion brauchen nur Spritze und Schläuche sterilisiert zu werden, der eigentliche Apparat ist stets gebrauchsfertig. Es sind selbst technisch Ungeschickte in der Lage, diesen Apparat zu bedienen. Dieses Verfahren soll auch unter schwierigen Verhältnissen durchzuführen sein ohne Assistenz und ohne große Gefahrenmomente.

Bedeutend umständlicher in der Anwendung und schwieriger in der Handhabung ist Landsbergs Konstruktion.

Eine 20-ccm-Rekordspritze trägt an Stelle einer Kanüle einen Hahn; an dessen Ansatzstelle kommt ein 10—20 cm langes Gummirohr mit einer Verbindung zur Spendernadel sowie zu einem Gefäß mit Spülflüssigkeit. Im Kolbeninneren der Spritze verläuft ein runder Kanal, der in eine Metallröhre ausläuft, die über eine 20 cm lange Gummiverbindung in einem Hahn mit Ansatzstück für die Empfängerkanüle endet. Außerdem ist am Kolben noch eine besondere Vorrichtung zum Spülen des Kolbeninneren und der Kolbenaußenfläche. Am Ende des Kolbens ist ein mit einem Zahn versehener Hebel angebracht, der bei der Blutansaugung zur Abklemmung des Gummischlauchs dient. Küper änderte den Landsbergschen Apparat sofort wieder um und stellte sich eine Spritze her, die vorn einen Dreiwegehahn mit Winkelbohrung und deren Stempelrohr einen Dreiwegehahn mit T-Bohrung trägt; letzterer regelt die Zufuhr der Kochsalzlösung in die Spritze und in die Kolbenringrinne.

Von Graaz ist ein Apparat angegeben, bei dem das Spenderblut in einem Maßtrichter aufgefangen und mit einer damit in Verbindung stehenden 50-ccm-Glasspritze durch einen Schlauch mit Kontrollglasröhrchen zum Empfänger getrieben wird. Ein automatisches Kugelventil regelt die Strömungsrichtung.

Barinstein benutzt einen 150—200 ccm fassenden Glaszylinder, der am Boden mit zwei Röhren endet, die zwei je 80 cm lange Gummischläuche für Spender und Empfänger tragen. Das System wird mit Spiritus, Spiritusäther, Äther und zweimal mit 3prozentigem Paraffinäther durchgespült. Ein kleiner Teil des Zylinders wird mit Natriumchlorid oder 5prozentiger Glukose gefüllt; wenn die Verbindung mit Spender und Empfänger hergestellt ist, wird die Transfusion durch abwechselndes Heben und Senken des Zylinders vorgenommen, wobei die Stromrichtung durch Mooresche Klemmen reguliert wird. Hier haben wir eine Methode, die bereits hinüberweist in ein anderes Kapitel der Bluttransfusionstechnik.

Spiller dagegen lehnt jeden Apparat ab. Er benötigt nur eine Schüssel von 100 ccm Fassungsvermögen, vier bis sechs Spritzen, einige Straußsche Kanülen und Kochsalzlösung.

Sowie beim Empfänger die Nadel richtig liegt, wird beim Spender ein Aderlaß vorgenommen. Das Blut wird in der Schüssel aufgefangen, von dort in die Spritze aufgezogen und dem Empfänger injiziert. Es ist nur darauf zu achten, daß nicht zuviel Blut in die Schüssel fließt. Spiller sah mit seinem Verfahren recht gute Erfolge. Zur Übertragung von 500 ccm braucht er im besten Fall 6 Minuten.

Als Nachteil, der später von Sereghi behoben wurde, ist anzuführen, daß die Nadel in der Empfängervene durch das dauernde Auf- und Absetzen der Spritze leicht verschoben wird.

Man könnte weiter als Nachteil anführen, daß hierbei zwei Ärzte und eine Schwester nötig sind; werden doch manche Apparate nur deshalb empfohlen, weil zur Bedienung eine Person ausreicht. Dieser Umstand ist für den Praktiker, der seine Assistenz oft erst kurz vor der Transfusion anleiten kann, sehr wichtig, verliert aber an Bedeutung in der Klinik.

Daß übrigens nicht immer der Apparat die Schuld trägt am Gelingen oder Mißlingen, ist einleuchtend, soll aber durch folgendes erläutert werden: Ich hatte Gelegenheit, eine Transfusion mit dem Beckschen Apparat mitzuerleben. Das Personal, das dabei beschäftigt wurde, bestand aus einem Oberarzt, zwei Assistenten, zwei Praktikanten, einem Famulus und zwei Schwestern, so daß mit Spender und Patient insgesamt 10 Personen erfaßt waren. Diesem Aufgebot an Hilfskräften gelang es aber nicht, eine völlig glatte Transfusion durchzuführen, obwohl die Venen tadellos waren. Zwischendurch fiel das Gefäß mit Kochsalzlösung um, plötzlich rollte ein Bett einen halben

Meter zur Seite, wobei eine Kanüle herausgezogen wurde, dann wieder waren Spender und Empfänger so unpraktisch gelagert, daß derjenige, der den Apparat selbst bediente, fast in Schwebelage gehalten werden mußte usw. Damit soll nur gesagt sein, daß die Güte einer Methode nichts Absolutes ist, sondern stets abhängt von vielen anderen Umständen, darunter guter Vorbereitung, guter Organisation, Fähigkeit, Geschicklichkeit und nicht zuletzt Übung des Operateurs und der Helfer. So wird auch unter bestimmten Voraussetzungen das Verfahren nach Spiller glatt und erfolgreich verlaufen.

Sereghi verfährt im allgemeinen ebenso wie Spiller. Nach ihm wird beim Spender die Vene in keinem Fall freigelegt. Bei einem Stauungsdruck von 90 mm Hg entnimmt er das Blut. Die Geschwindigkeit des Ausflusses kann mit der Stauung reguliert werden; dabei ist darauf zu achten, daß in der Schale nie mehr als 20—40 ccm Blut sind. Das Blut wird in Porzellanschalen aufgefangen, von dort sofort aufgezogen und dem Empfänger eingespritzt. Beim Empfänger wird in die vorher freigelegte Vene eine 12 cm lange Glaskanüle mit einem kleinen Knopf am Ende eingeführt. Am anderen Ende der Kanüle sitzt ein 3 cm langer Gummischlauch mit Metallhahn, in den eine Rekordspritze hineinpaßt. Hierdurch wird vermieden, daß die Spritze direkt in die Vene eingeführt wird, so daß die gute Lage der Kanüle nicht gefährdet wird. Dieser äußerst billige „Apparat" wird vor Gebrauch mit sterilem Paraffinöl und anschließend mit 5prozentigem Natriumzitrat gut durchgespült. Reste von Paraffinöl kann man mit Kochsalzlösung entfernen. Nach der Transfusion von 180—200 ccm wird eine neue Schale genommen; die Spritze wird nach zwei- bis dreimaligem Gebrauch in Kochsalzlösung gespült. Gelegentlich wird auch in die Glaskanüle etwas Kochsalz eingespritzt. Ansinn propagiert gleichfalls diese einfachste aller Methoden und gibt dazu eine Kanüle an, die einen Sperrhahn trägt sowie mit Greifarmen versehen ist, die einen festen Halt in der Vene gewährleisten.

Da eine während der Transfusion erfolgende unerwünschte Gerinnung meist in den Kanülen eintritt, schaltet Boller zwischen Nadel und Spritze ein besonderes Zwischenstück ein, durch das die Kanüle jederzeit mit Kochsalzlösung gespült werden kann. Ein verstellbares Griffbrett sorgt für leichtere Handhabung. Es sind jedoch auch zwei Operateure erforderlich, da die Spritzen vom Spender zum Empfänger hinübergereicht werden.

Und schließlich Dorner, der mit zwei Rekordspritzen ohne Zitratzusatz und ohne Apparat transfundiert. Wesentlich ist nur eine gute Injektionstechnik.

4. Beurteilung der direkten Transfusionsmethoden.

Es erhebt sich nun die Frage, welcher Apparat ist denn der beste? Ist überhaupt die direkte Methode vorzuziehen? Hierzu

möchte ich zunächst einige Kritiken aus der Reihe der zahlreichen Verfechter der indirekten Methode anführen, die die verschiedensten Gründe angeben, die gegen die bis jetzt geschilderte direkte Transfusion sprechen und die einzelne Autoren dazu führten, die direkte Methode überhaupt abzulehnen.

So wird bemängelt, daß bei einer Blutübertragung Spender und Empfänger eng aneinander gelagert werden müßten, was von den Beteiligten, besonders aber vom Spender, sehr oft als unangenehm und abschreckend empfunden werde. Ferner führe dies dazu, daß irgendwelche Zwischenfälle, die zumeist durch erfolglose Venenpunktionen hervorgerufen werden, eine umständliche Umlagerung erforderlich mache; auch könne sehr leicht eine Schlauchverbindung abspringen, wodurch Blut umherspritze, alles Momente, die im Interesse des psychisch oft stark beanspruchten Patienten unerwünscht sind. Ferner wird hervorgehoben, daß bei den direkten Methoden bei falscher Bedienung des Apparates immerhin noch eine Möglichkeit bestehe, daß Blut vom Patienten zum Spender fließe und so zur Übertragung von Krankheitserregern führen könne. Mag auch diese Gefahr nur in den seltensten Fällen bestehen, so hat sie doch in England die Veranlassung dazu gegeben, die direkte Blutübertragung völlig zu verbieten. Die Zwischenschaltung von Spritzen, die an sich sehr erwünscht ist, um eine genaue Mengenmessung zu ermöglichen, erhöhe die Gerinnungsgefahr. Und die drohende Blutgerinnung in den Verbindungswegen sowie die stets mögliche Verklebung des Spritzenkolbens seien nur zu umgehen durch eine ausreichende Durchspülung mit physiologischer Kochsalzlösung. Doch selbst diese Spülung reiche nicht immer aus, da es durch Wirbelbildungen und Stockungen doch noch zur Gerinnselbildung kommen kann. Hiermit wäre dann das Grundprinzip der direkten Übertragung, unverändertes Blut zu transfundieren, hinfällig. Versuche haben ergeben, daß bei der stark verlangsamten Strömung das Blut Veränderungen erleidet und zu fieberhaften Reaktionen, sogar Schüttelfrost, und zu Änderungen im Blutbild führt; es erweist sich also, daß eine technisch nicht einwandfreie direkte Transfusion zu unerwünschten Reaktionen den Anlaß gibt. Doch gilt dies noch mehr für die indirekten Methoden.

Andere Gegengründe richten sich besonders gegen den Apparat von Oehlecker und dessen Verfahren:

Es könnten die benutzten eingebundenen Glasspritzen durch ihre Zerbrechlichkeit zu ernsten Zwischenfällen führen. Die Bedienung des Apparates während der Transfusion sei zu um-

ständlich, wenn auch zugegeben wird, daß die Vorbereitung des Gerätes denkbar einfach ist. Ferner würden sich die Spender eher weigern, sich zur Blutübertragung zur Verfügung zu stellen, da die Venenfreilegung Narben hinterlasse. Wieder andere stellen fest, daß bei der Anschließung des Apparates zu leicht Luft in das System komme, die nur schwer wieder zu entfernen sei; es bestehe beim Spritzenwechsel und bei der Durchspülung erhöhte Gefahr der Embolie. Der Operateur sei stets auf die Armvenen angewiesen, die ja nicht immer in Frage kommen; einesteils kann dies aus technischen Gründen der Fall sein, dann aber auch aus kosmetischen Gründen, wo weibliche Eitelkeit der Spenderinnen wünscht, daß der Arm nicht verunziert wird. So kann man nach der indirekten Methode an Stelle der Armvenen z. B. die Vena saphena anzapfen. Wgen der vielen Manipulationen sei im größeren Maße die Möglichkeit gegeben, etwas zu verderben. Auch sei das Verfahren während oder nach Operationen ungeeignet; ferner könne es nicht gleichzeitig mit künstlicher Atmung angewandt werden, kurz, es werden genügend Angriffspunkte entdeckt.

Dagegen stehen die Stimmen derer, die ihrer Zufriedenheit über die Methode Ausdruck geben. So war das Ergebnis einer Rundfrage der Klinischen Wochenschrift ein sehr günstiges für Oehleckers Verfahren. Breitner empfiehlt es besonders dem Praktiker, der allerdings diesen Rat meist nicht befolgt. Hoche hält Oehleckers Methode sogar für die Methode der Wahl. Im allgemeinen überwiegen aber die Stimmen, die sich dagegen aussprechen und sich ausschließlich für die indirekten Methoden einsetzen.

Allein die Tatsache, daß so viele Versuche gemacht wurden und noch gemacht werden, widerlegt am besten die in den Schlußsätzen vieler Veröffentlichungen über Methoden der Bluttransfusion sich findenden Feststellungen, die angeben, aus der Vielzahl der konstruierten und propagierten Methoden, Apparate, Spritzen mit oder ohne 2-, 3- oder 4-Wege-Hähnen usw., deren Zahl dauernd noch zunimmt, sei nun endlich das Idealgerät gefunden oder geschaffen. Man kann immerhin daraus folgern, daß auf diesem Wege kaum je ein völlig befriedigender Abschluß zu erwarten ist. Wie oft zeigt es sich, daß irgendeine vorteilhafte Eigenschaft nur auf Kosten eines anderen Nachteiles herausgearbeitet werden konnte. Interessant ist, daß auf die alten Methoden des Ziemssen und Martin, die mit gewöhnlichen Spritzen transfundierten, zurückgegriffen wurde, obwohl sie zunächst einer technisch so entwickelten Zeit zu

einfach erschienen. Damit schließt sich der Kreis, in dem sich Anfang und Ende dieser Arbeitsrichtung berühren. Und es mußten, abweichend von den bisherigen Versuchen, die eingangs aufgezählten Bedingungen in einer Methode zu erfüllen, ganz neue Wege beschritten werden auf der Suche nach dem Idealverfahren der Bluttransfusion.

C. Indirekte Bluttransfusion

1. Gerinnungshemmendes Material

Bei einer anderen Gruppe von Methoden der Blutübertragung wird das Problem von einer ganz anderen Seite angegriffen. Der Gedanke, antikoagulierendes Material beim Bau von Transfusionsapparaten zu benutzen, wie es Bécart z. B. bei seinem „elektrischen Herzen" tat, ist nicht sehr alt. Trotzdem ist auf diesem Gebiete von 1913 bis heute sehr viel Wertvolles entdeckt worden. Es zeigte sich bald, daß auf diesem Wege ein neuer Fortschritt der Technik der Blutübertragung erreicht werden könnte. Sollte es nämlich gelingen, den Gerinnungsprozeß während der Übertragung zu verhüten, ohne dabei das Blut durch gerinnungshemmende Zusätze, wie Natriumzitrat oder starke Verdünnung mit Kochsalzlösung, zu verändern, dann würde die Transfusion auch unveränderten Blutes nicht mehr Geschicklichkeit verlangen als eine intravenöse Injektion.

Auf die Annahme, daß das Blut außerhalb des Gefäßsystems durch feinste Unebenheiten der berührten Oberfläche beschleunigt zur Gerinnung kommt, stützen sich die Verfahren, deren wesentlichstes Merkmal in einer Auskleidung des Instrumentariums mit schwer benetzbaren Stoffen besteht. Zunächst wurde Paraffin hierzu benutzt, später auch Bernstein, beides Stoffe, denen nach eingehenden Versuchen diese Eigenschaften am meisten zukamen. Schließlich wurde künstlich hergestelltes Material, das sich vielfach als noch besser und geeigneter erwies, benutzt. Dieses Verfahren wurde erst bekannt, nachdem Kimpton 1913 seine neue Transfusionsmethode beschrieben hatte, die in kurzer Zeit in ihrer verbesserten Form allgemein beliebt wurde. Die Form des von ihm benutzten Apparates erinnert an die schon früher zur Übertragung defibrinierten Blutes angegebenen Apparate von Braune, der einfach eine lange Röhre mit der Vene verband, oder Belina-Swiontowski, die einen Glaszylinder, aus dem mit einem Druckgebläse das Blut infundiert wurde, benutzen, oder Gesellius, der das Blut in

einem ähnlichen Zylinder mit einem Warmwassermantel aus gummierter Seide vor starker Abkühlung und damit auch vor allzu schneller Gerinnung schützte, ein Prinzip, das u. a. Merke durch die Verwendung der Thermosflasche weiter ausbaute.

In der Urform handelt es sich bei Kimpton um einen Glaszylinder von 100—250 ccm Fassungsvermögen. Ein seitlicher Fortsatz oben dient zur Verbindung mit einem Gummigebläse. Die Innenfläche des Zylinders ist vollständig mit Paraffin überzogen, das bei kunstgerechter Anwendung die Gerinnung für längere Zeit verhindert. Mit dieser paraffinierten Glasröhre wird die ganze Menge des zu übertragenden Blutes aus der Gefäßbahn des Spenders entnommen und dann erst beim Empfänger mit Hilfe des Druckgebläses in die Vene eingeleitet. Es ist natürlich größte Sorgfalt auf diese Paraffinierung zu verwenden, da eine kleine Luftblase der Paraffinschicht oder ein kleiner Sprung in ihr zur Gerinnung des Blutes führen kann. Dazu sei noch erwähnt, daß der Glasansatz bei unvorsichtiger Handhabung leicht abbrechen kann.

Zur Vorbereitung wird die Röhre zunächst in einen mit kaltem Wasser gefüllten Sterilisator gebracht und bleibt ungefähr fünf Minuten in dem zum Kochen gebrachten Wasser. Mit der Paraffinierung darf erst begonnen werden, wenn das Innere der Glasröhre vollkommen trocken ist. Um dies sicher zu erreichen, durchspült man noch mit absolutem Alkohol und mit Äther. Gleichzeitig wird in einem sterilen Gefäß eine ausreichende Menge Paraffin (P. solidum purum pro Percy) mit einem Schmelzpunkt von 52—56° C so weit zum Schmelzen gebracht, bis dichter Dampf aufsteigt. Die Glasröhre wird währenddessen erwärmt; dies geschieht entweder über einem Bunsenbrenner in der Weise, daß zunächst die Mitte, dann die beiden Enden mit Ausnahme des oberen Fortsatzes erwärmt werden, oder aber praktischer über dem Gasofen auf einer Asbestplatte. Ist eine gleichmäßige Erhitzung erreicht, taucht man die untere Spitze der Röhre in das nunmehr flüssige Paraffin und saugt dieses vom oberen Fortsatz aus an. Darauf wird die Röhre quergelegt und langsam gedreht, um die gesamte Innenfläche gleichmäßig mit dem Paraffin zu bedecken. Das überschüssige Paraffin läßt man abfließen und bringt die Schicht durch weiteres Drehen zur vollkommenen Erstarrung. Sollte die untere Spitze verstopft sein, genügt ein kurzes Erwärmen und anschließendes Einblasen von oben, um diesen Weg wieder durchgängig zu machen.

Natürlich fertigt man sich solche Röhren nicht erst kurz vor einer notwendig gewordenen Transfusion an, sondern man hält sich mehrere gebrauchsfertige sterile Paraffinröhrchen vorrätig.

Die von Kimpton-Brown erdachte Röhre wurde von Percy verbessert. Ein Glaszylinder von 40 cm Länge und 6 cm Durchmesser läuft oben in einen nur wenig nach seitlich verschobenen Fortsatz aus, der mit einem Druck- und Sauggebläse verbunden werden kann. Am unteren Ende befindet sich ein zur

Horizontalen zweimal um 90° abgebogener, allmählich sich verjüngender Fortsatz, dessen ausgezogenes Ende zum direkten Einführen in die Vene dient. Durch die Form des unteren Fortsatzes ist die Handhabung bei der Transfusion bedeutend erleichtert.

Die Technik während der Transfusion ist wesentlich einfacher als die Vorbereitung hierzu. Es ist auch nicht erforderlich, daß Blutentnahme und Infusion im gleichen Raume erfolgen, so daß der Wunsch mancher Spender, den kranken Empfänger nicht sehen zu wollen bzw. nicht direkt neben ihm zu liegen, erfüllt werden kann; jedoch ist die Transfusionsmethode nach Percy am praktischsten, wenn die Arme von Empfänger und Spender parallel nebeneinander gelagert sind.

Die Spendervene wird zuerst freigelegt, und zwar in einer Länge von 2 cm, darauf wird sie im proximalen Teil unterbunden, während sie distal mit einer weichen Gefäßklemme abgeklemmt wird. Dadurch ist das zwischen Ligatur und Abklemmung gelegene Venenstück prall gefüllt, so daß die Inzision, die in Nähe der Ligatur liegen soll, erleichtert wird. Mit zwei feinen Klemmen faßt man die Ränder der Venenwand und kann nun mühelos das untere Ende der Glasröhre einführen. Ein weiter distal untergelegter Faden dient zur Ligatur nach erfolgter Blutabnahme. Beim Empfänger wird umgekehrt proximal mit einer Klemme gestaut und distal die Ligatur angelegt. Eine Blutstauung am Oberarm ist beim Empfänger meist überflüssig. Vor der Blutentnahme gießt man 10—15 ccm flüssiges Paraffin in die Röhre, um das später aufsteigende Blut völlig von der Luft abzuschließen. Dann wird die Glasröhre in die vorbereitete Vene des Spenders eingeführt. Nach Abnehmen der Gefäßklemme steigt das Blut, eventuell durch abwechselndes Schließen und Öffnen der Faust des Spenders oder unter Benutzung des Sauggebläses beschleunigt, in die Höhe und treibt dabei das vorher eingefüllte Paraffin vor sich her. In einigen Minuten hat man ungefähr 500 ccm Blut gesammelt. Dann wird die Stauung beim Spender gelöst und die Röhre aus der Vene herausgezogen, wobei die Lichtung des unteren Fortsatzes mit einem Finger zugehalten wird. Nun kann beim Spender der unter die Vene gelegte Faden von der Assistenz zugeknöpft werden.

Da es bei der Verwendung von Paraffin ja nur zu einer Verzögerung der Blutgerinnung kommt, ist zwischen der Blutentnahme und der Transfusion beim Empfänger nicht zuviel Zeit zu verlieren. Daher empfiehlt es sich, wie schon erwähnt, Spender und Empfänger möglichst nahe nebeneinander zu lagern. Ohne Zeitverlust also wird nun die Glasspitze des Zylinders beim Empfänger eingesetzt, diesmal in proximaler Richtung. Nach Abnahme der Gefäßklemme wird mit Hilfe des Druckballons das Blut dem Empfänger infundiert. Die Einflußgeschwindigkeit kann gegebenenfalls durch Drehen des Rohres und damit verbundener Abknickung der Vene gehemmt werden. Es ist aber darauf zu achten, daß dies nicht unbeabsichtigt eintritt, wodurch die Infusion nur unnötig verzögert würde.

Wenn auch vorher die Blutgruppenzugehörigkeit genau festgestellt ist, so ist es doch nicht ganz überflüssig, während der Infusion beim Empfänger auf Veränderung des Befindens, Atemnot, heftiges Herzklopfen usw. zu achten. Es sind in der

Literatur Fälle angeführt, wo bei exakter Gruppenbestimmung und bei Gruppengleichheit Zwischenfälle vorkamen (u. a. Kraft, Parr und Krischner, Freemann und Whitehouse, Palma, Clemens). Andererseits kann man den Gegnern der Percymethode, die wegen der Unmöglichkeit der Oehleckerschen Vorprobe dieses Verfahren ablehnen, nicht ganz zustimmen, da es ja durchaus möglich ist, vor der eigentlichen Transfusion mit einer 20-ccm-Rekordspritze 10—15 ccm Blut zu entnehmen und mit einigen Kubikzentimetern Natriumchlorid oder Natriumzitrat vermischt dem Empfänger zu injizieren, um so der Oehleckerschen Forderung gerecht zu werden.

Die biologische Probe nach Oehlecker besteht darin, daß zu Beginn der Transfusion etwa 10 ccm Spenderblut in den Kreislauf des Empfängers gebracht werden, um dann 5—15 Minuten abzuwarten, ob bei diesem Zeichen der Unverträglichkeit auftreten, die sich in plötzlich einsetzender Rötung des Gesichts mit bald folgender fahler Blässe, Kleinerwerden und Verschwinden des Pulses, leichter Bewußtseinstrübung, Unruhe, Kreuzschmerzen, Brechreiz und Erbrechen, zuweilen Erweiterung der Pupillen äußern. Stellen sich diese Zeichen ein, dann ist der Spender für diesen Empfänger ungeeignet.

Hat nun im Verlauf der Transfusion nach Percy das Blutniveau den Übergangsteil der Röhre erreicht, wird rechtzeitig das Rohr aus der Vene entfernt, um das Eindringen von Paraffin zu vermeiden. Die Ligatur wird nun geschlossen; anschließend werden die Wunden versorgt. Wie bei allen Apparaten ist besonders beim Kimpton-Brown-Percy-Verfahren die Röhre nach der Transfusion sofort und gründlich zu reinigen; dies geschieht zweckmäßig so, daß zunächst mit kaltem Wasser die Blutreste entfernt werden, um anschließend mit heißem Wasser das Paraffin einzuschmelzen und auszuschwemmen. Noch vorhandene Blutspuren kann man mit einigen Tropfen Perhydrol entfernen.

Die Transfusion nach Percy darf nicht länger dauern als etwa 15 Minuten, da sonst trotz des Paraffinschutzes das Blut gerinnen könnte. Das ist das Risiko, das man bei dieser Methode eingeht. Falls durch irgendeinen Zwischenfall die Blutsäule in dem Zylinder gerinnt, ist die oft sehr beträchtliche Blutmenge wertlos, und der Spender hat umsonst sein Blut geopfert. Im allgemeinen benötigt man aber für Blutentnahme und Infusion insgesamt nur 8—12 Minuten, wenn die Vorbereitungen sorgfältig getroffen wurden. Es kann daher nicht eindringlich genug hierauf hingewiesen werden.

Wie bei jedem neuen Verfahren wurden auch hier mehrfach Abänderungen vorgeschlagen und vorgenommen: Da die untere Zylinderspitze, die nur eine Fortsetzung des Zylinders darstellt

und als solche mit diesem starr verbunden ist, direkt in die Vene des Empfängers eingeführt wird, genügt eine unvorsichtige Bewegung oder eine ungeschickte Haltung, um den Blutein- oder -abfluß zu stören. Um etwas Bewegungsfreiheit zu schaffen zwischen dem Zylinder und der Vene, benutzte Haberland an Stelle des unteren starren Glasfortsatzes eine Glaskanüle mit einer Schlauchverbindung aus Gummi zum Zylinder. Jetzt besteht aber wieder die erhöhte Gefahr der Gerinnselbildung in dem eingefügten Gummistück wie auch an den Übergangsstellen zwischen Glas und Gummi. Hier sucht Schlepfer einen Ausweg, kann aber diesen Nachteil nicht völlig beheben; er bindet in die Venen eine Glaskanüle ein, in deren anderes Ende der untere Fortsatz der Percyröhre eingeschoben werden kann. Vorteilhafter ist es in dieser Beziehung, nach Kordenat statt der eingebundenen Glaskanüle bei guten Venen polierte Kanülen zu benutzen. Bei Brooks passen scharfe Nadeln mit Obturator auf die venülenartig ausgezogenen vorher paraffinierten Glastuben, die 300 ccm fassen. Das ganze Verfahren ist dadurch sehr vereinfacht, da das umständliche Freilegen der Venen überflüssig wird. Andererseits kann es jetzt viel leichter zur Gerinnung kommen, da es sich nicht immer vermeiden läßt, daß selbst bei gut gefüllten Venen Stockungen im Blutabfluß eintreten.

Doch diese Fragen waren nicht die einzigen, die zu lösen waren. Die Percy-Röhre mit ihrer Paraffinauskleidung konnte natürlich nicht ausgekocht und sterilisiert werden. Dieser Nachteil wurde aber bald behoben. Auf der Suche nach Stoffen, die die Gefahr der Gerinnung herabsetzen, fanden Neubauer und Lampert, daß neben Paraffin das Kunstharz Athrombit als recht wenig benetzbarer Körper ebenso wie Bernstein die Blutgerinnung stark hemmt. Zwar ist diese Eigenschaft beim Athrombit nicht stärker als bei Paraffin, es besteht aber jetzt die Möglichkeit, die Apparate, wenn auch unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen, auszukochen. Athrombit ist ein Kondensationserzeugnis von Phenol und Formaldehyd. Bei dem von Neubauer beschriebenen Verfahren wird mittels einer Ainitkanüle das Spenderblut in einem Athrombitbecher aufgefangen, dann in eine Athrombitröhre umgegossen, die oben durch einen Metalldeckel verschlossen werden kann und mit einem Druckgebläse in Verbindung steht; am unteren Ende ist an einer Gummi- oder Metallverbindung wieder eine Ainitkanüle befestigt. Unter geringem Druck wird das Blut aus der Röhre dem Empfänger durch Punktion infundiert. Unzweckmäßig ist

das Umgießen des Blutes in die Transfusionsröhre wegen der damit verbundenen mechanischen Schädigung der Blutkörperchen und wegen der durch die relativ lange Berührung mit der Luft eintretenden Abkühlung, die bekanntlich den Eintritt der Gerinnung beschleunigen kann. Schließlich kann es in der Gummiverbindung leicht zur Gerinnung kommen, besonders wenn größere Blutmengen transfundiert werden müssen. Aus diesen Gründen gab Lampert einen Apparat aus Athrombit an, der die Methode von Kimpton-Brown-Percy in einfacherer Form fortsetzt und verbessert. An Stelle der umständlichen Paraffinierung ist der Lampertsche Apparat nach entsprechender Reinigung sofort gebrauchsfähig. Es handelt sich um eine Athrombitröhre, die oben mit einem Druck- und Saugballon in Verbindung steht und unten an einem Konus aus V2a-Stahl eine Punktionsnadel trägt. Im übrigen ist die Technik wie bei Percy. Nach Benutzung ist beim Reinigen daran zu denken, daß Athrombit alkaliempfindlich ist und beim Kochen leicht aufquillt. Man darf also nicht länger als fünf Minuten kochen und muß den Apparat vor Laugen schützen. Bei einwandfreier Behandlung kann der Lampertsche Apparat aber recht oft benutzt werden.

Bürkle de la Camp ersetzt das Verbindungsstück zwischen Kanüle und Röhre, das bei Neubauer aus Gummi, bei Lampert aus Ainit besteht, durch Bernstein. Er nimmt hierzu nicht Athrombit, um die bei der Desinfektion und beim Kochen auch durch die geringfügigste Quellung entstehende Verschlußunfähigkeit zu vermeiden. Besonderen Wert legt er ferner darauf, daß das in der Röhre sich ansammelnde Blut mit etwa 10 ccm flüssigem Paraffin überschichtet wird, um eine unmittelbare Berührung des Blutes mit der Luft zu verhüten. Außerdem erhöhte er den Inhalt der Röhre auf 600 ccm, eine Maßnahme, die ein schnelles Arbeiten verlangt. Das kurze Bernsteinverbindungsstück zwischen Röhre und Nadel bei Bürkle führt aber leicht dazu, daß die Kanüle aus der Vene ausgleitet, wie es z. B. Dreßler-Hanf feststellt und wie es Hesse allgemein für Lamperts und Bürkles Apparat darlegt. Dies sind jedoch Streitfragen, die bedingt sind durch die Eigenart jedes einzelnen Arztes, der sich mit einer Art der Ausführung vertraut gemacht hat, mit ihr gute Erfolge erzielt und in der Folge andere Apparate für unpraktisch hält.

Unger greift wieder auf das Bechersystem zurück und läßt durch eine Ainitkanüle etwa 100 ccm Blut in einen Bernsteinbecher laufen und spritzt mittels einer Spritze mit Dreiwegehahn, dessen eine Gummiverbindung in das Blut taucht und

eine zum Empfänger führt, das Blut ein. Er weist ferner darauf hin, daß zum Schutze der Venenhinterwand nicht zu spitze Kanülen verwandt werden sollen und empfiehlt Kanülen mit einem Mandrin, nach dessen Entfernung nur noch die stumpfe Hülle in der Vene liegt.

Ein Problem, das in letzter Zeit wieder mehr Beachtung gefunden hat und augenblicklich sehr wichtig ist, ist die Anwendungsmöglichkeit der Transfusionsmethoden im Felde. Während des Weltkrieges wurde nur auf französischer Seite — besonders infolge des starken amerikanischen Einflusses — die Transfusion häufiger ausgeführt. Hauptsächlich wurde hier durch Natriumzitrat verändertes Blut benutzt. In der Folgezeit wurde zwar für Kliniken und Städte in organisatorischer Hinsicht alles getan, um im Bedarfsfalle schnell Blut überleiten zu können. Die Voraussetzungen in Klinik und Krankenhaus sind aber im Feld nicht gegeben. Hier muß meist unter einfachsten Verhältnissen gearbeitet werden, wo nicht immer eine geeignete Assistenz und die erforderlichen Instrumente zur Verfügung stehen. Man denke nur an die Truppenverbandsplätze und behelfsmäßigen Lazarette. Und trotzdem wird gerade im Felde, wo Verletzungen mit großen Blutverlusten vorherrschen, die Indikation zur Bluttransfusion prozentual häufiger gegeben sein. Es wurden nun zahlreiche vielseitige Vorschläge gemacht, um diese Frage zu lösen; es kam jedoch in vielen Einzelheiten nicht zur Einstimmigkeit. Die meisten vorhandenen Apparate sind nicht als feldtauglich anzusehen (Dubs), besonders, weil sie zu kompliziert sind in der Bedienung. Der spanische Bürgerkrieg und die Ereignisse in Ostasien haben es erneut gezeigt, daß die Bluttransfusion in immer steigendem Maße in der Kriegsmedizin Verwendung finden wird. Es besteht zwar die Möglichkeit, konserviertes Blut zu übertragen, doch ist dieser Weg immer nur als Notbehelf anzusehen, solange nicht gerinnungshemmende und konservierende Stoffe gefunden sind, die die Blutbestandteile nur bis zu einem bestimmten Grad verändern.

Kreiner und Neurauter (W. Kl. W. 1937/7) stellten Versuche an mit Glasröhren, die innen mit einer besonders hergestellten, nicht vulkanisierten Gummihaut überzogen waren. Sie fanden, daß in diesen „Gummiröhren" das Blut bis zu 20 Minuten einwandfrei flüssig blieb. Als Vorteil ist hervorzuheben, daß im Gegensatz zum empfindlichen Athrombit eine Sterilisation leicht möglich ist durch beliebig lange Aufbewahrung im Trockenschrank bei 130°. Die Thrombophob-Röhre, die sich hieraus

entwickelt hat, erscheint nun mancherseits sehr geeignet im Felde; so empfiehlt sie Riediger, der außerdem vorschlägt, schon beim Säugling bei der ersten Impfung die Blutgruppenbestimmung vorzunehmen und das Ergebnis an der Innenseite des Oberarmes einzutätowieren; ferner Morell, der besonders die einfache Handhabung anerkennt. Die Thrombophobröhre ist mit einer gerinnungshemmenden Schicht ausgekleidet, deren Gelcharakter eine dem Blut gegenüber stark passive Grenzfläche bildet. Die Röhre faßt 600 ccm und wiegt nur 100 g. Ihre Spitze, die aus einer Kunstmasse besteht, paßt in den Ansatz von Rekordnadeln.

Wie bei der Percy-Röhre wird oben ein Saug- und Druckgebläse angesetzt. Ein T-Rohr in der Gummiverbindung, das mit dem Daumen verschlossen werden kann, sorgt für den Druckausgleich. Die Röhre ist nur dann an die Kanüle anzusetzen, wenn das Blut im Strahle fließt; ist das nicht der Fall, gelangt beim erforderlichen starken Ansaugen Gewebssaft in die Röhre, der stets zu einer beschleunigten Gerinnung des Blutes führt. Die Handhabung während der Blutabnahme und -infusion entspricht im allgemeinen der bei Kimpton-Brown-Percy angegebenen. Um eine vorzeitige Gerinnung in den benutzten Ainit-Kanülen zu vermeiden, sollen die Nadeln sehr sorgfältig sofort nach der Transfusion ausgewischt und gereinigt werden, um keinen Eiweißrest im Lumen der Nadel zurückzulassen. Es wird auch abgeraten, die Nadeln im gewöhnlichen Wassersterilisator auszukochen, da sich hierbei eine feine Kalkschicht an der Innenwand der Nadel anlegt, die trotz größter Feinheit die Gerinnung des Blutes beschleunigt. Darum sollen auch die Nadeln im Trockenschrank sterilisiert werden. Ist eine Freilegung der Venen nicht zu umgehen, dann wird die Spitze der Röhre direkt in die Vene eingeführt. Die biologische Vorprobe wird so vorgenommen, daß durch Niederdrücken der Empfängervene im Bereich der eingeführten Spritze der Einfluß des Blutes für einige Minuten abgeschlossen wird.

Auf der 60. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie in Berlin erklärte Erb einen neuen Apparat, der die Entdeckung Lampert-Neubauers weiter ausbaut. Er hat einen Bernsteinapparat konstruiert, der durch eine Saug- und Druckpumpe das Blut fördert. Das Blut kommt nur mit Ainitkanülen, paraffinierten Gummischläuchen und Bernstein in Berührung. Durch Drehen eines Bernsteinkolbens wird gleichzeitig vom Spender Blut in den sich bildenden freien Raum angesaugt und das vor dem Kolben befindliche Blut zum Empfänger befördert. Nach jedem Kolbenhub werden die Ein- und Ausflußöffnungen durch einen um 180° drehbaren Konus vertauscht. Jetzt wird bei der Drehung des Kolbens das vorher angesaugte Blut zum Empfänger gedrückt, während in dem freien Raum sich erneut Spenderblut ansammelt. Eine Sperrvorrichtung ist angebracht, um ein rückläufiges Ansaugen zu vermeiden. Eine Unterbrechung der Transfusion sowie eine Fortsetzung mit Koch-

salzlösung ist jederzeit möglich. Das Wertvolle an diesem Apparat ist, daß er von einer Person bedient werden kann und einwandfrei arbeitet; sein Nachteil, das er wegen seines hohen Anschaffungspreises in vielen Fällen nicht in Frage kommt. Im übrigen gibt Erb selbst an, daß er diesen von ihm konstruierten Apparat bei einer Bluttransfusion kaum benutzt.

Alle diese Methoden, wie sie Kimpton, Brown, Percy, Neubauer, Lampert, Bürkle, Erb angeben, können aber den großen Nachteil haben, daß gelegentlich doch Gerinnung des entnommenen Blutes im Transfusionsgerät auftritt, sei es, daß dies durch Materialfehler oder falsche Behandlung des Gerätes, sei es, daß es durch Zwischenfälle während der Transfusion, die zuviel Zeit benötigen, verursacht wird. Ist die Gerinnung weiter fortgeschritten, geht wertvolles Spenderblut verloren. Schließlich wird auch geltend gemacht, daß es schwierig sei, den Eintritt der Gerinnung festzustellen. Das Spenderblut geht auch dann verloren, wenn es zu Beginn der Transfusion beim Empfänger zu schädlichen Reaktionen führt, was selbst bei Blutgruppengleichheit eintreten kann, da ja das Blut auf einmal entnommen werden muß. Da beim Empfänger das Blut verhältnismäßig schnell infundiert werden muß, können sich Störungen am Herzen zeigen, die bis zur Dilatation führen können. In verstärktem Maß trifft dies zu bei Patienten mit bereits gestörter Blutzirkulation, bei Myokarditis, Arteriosklerose; als Folge akuter Dilatation kann es sogar zum plötzlichen Herzversagen kommen. Ferner ist bei den Apparaten, die mit einem Gebläse arbeiten, die Gefahr einer Luftembolie und deren Folgen gegeben. Wenn auch Delbet und Mocquot meinen, geringe Mengen Luft hätten keine nachteiligen Folgen, konnten Blain und Kreisinger über einen Todesfall nach Eintritt von nur wenig Luft (3 ccm) berichten. Von den einzelnen Materialien hält Schulz das Athrombit für ungeeignet, während Weiß gerade damit beste Erfolge erzielte. Trotz der technischen Schwierigkeiten sprechen sich Moritsch und Wittmann für Percy aus.

Auf die Vorteile, die zum Teil schon erwähnt sind, sei noch kurz hingewiesen: Der Kreislauf von Spender und Empfänger bleibt getrennt, so daß auch bei Infektionskrankheiten eine Transfusion unbesorgt vorgenommen werden kann. Das Blut bleibt ungeschädigt. Ferner ist man nicht auf die Armvene angewiesen. Die Technik während der Transfusion ist einfach. Ein Operateur reicht aus zur Vornahme der Übertragung. Die biologische Vorprobe kann angestellt werden, wenn sie auch hierbei umständlicher ist.

Als dritte große Gruppe sind noch die Methoden zu besprechen, bei denen zum Blut Zusätze gemacht werden. Sowohl die von der Gefäßnaht (Crile) wie auch von Oehleckers Spritze sich ableitenden Verfahren der Bluttransfusion bezwecken eine Übertragung nativen Blutes. Wenn auch bei einzelnen Modifikationen ein Zusatz von Natriumzitratsalbe oder Natriumzitratlösung gemacht wurde, so handelte es sich doch immer um geringfügige Mengen, die keine wesentlichen Veränderungen des Blutes zur Folge haben.

Bei der Benutzung von Glasröhren, deren Inneres mit Paraffin oder Bernstein und dergleichen ausgekleidet ist, wird ebenfalls unverändertes Blut übertragen. Anders dagegen ist es bei den nun folgenden Methoden, wo die Bestandteile des Blutes in mehr oder weniger eingreifender Form verändert werden. Wichtig ist, daß die zu transfundierende Blutmenge im ganzen dem Spender entnommen wird und anschließend oder auch schon während der Entnahme durch einen chemischen Zusatz oder durch mechanische Eingriffe ungerinnbar gemacht wird, um dann dem Empfänger infundiert zu werden.

2. Defibriniertes Blut.

Bevor man die Wirkung bestimmter chemischer Stoffe, die die Gerinnung verhindern können, kannte, befreite man das Blut vollkommen von seinen Faserstoffen, um so jede Gefahr auszuschalten. Erstmalig waren es Prévost und Dumas 1821, später Panum und Landois, die auf Grund entsprechender Versuche mitteilten, daß auch das durch Schlagen oder Quirlen defibrinierte Blut hochgradig ausgeblutete Tiere am Leben erhält; sie hielten dieses entfaserte Blut für einen vollwertigen Ersatz bei Blutverlust und empfahlen es allgemein als sichere Transfusionsmethode. Diese Mitteilung war zunächst sehr verlockend, da die Verwendung defibrinierten Blutes den größten Teil der mit einer Transfusion zusammenhängenden Schwierigkeiten verschwinden ließ. So führten Dieffenbach 1828, Bischoff 1835, Johannes Müller 1838 und andere nach gelungenen Tierversuchen auch am Menschen Transfusionen mit defibriniertem Blut aus mit der Begründung, daß allein die roten Blutkörperchen als Träger des Sauerstoffs wiederbelebende Kraft in sich tragen und daß das Fibrin und die anderen Blutbestandteile bei der Blutübertragung überflüssig seien.

Später berichtete Morawitz über günstig verlaufene Transfusionen mit entfasertem Blut bei Anämie. Jedoch waren die

Erfolge in den meisten Fällen ungünstig; in einer Zusammenstellung von Oré über die bis 1876 bekannt gewordenen Transfusionen sind von 373 Fällen 172, d. h. 51 %, tödlich ausgelaufen; Gesellius zählt bis 1873 von 263 Transfusionen 146, d. h. 56 %, tödliche Ausgänge. Hierbei kann man nicht nur das Grundleiden selbst als Ursache ansehen, da z. B.. die wegen Blutverlust erfolgten Transfusionen (Oré) ebenfalls zu 50 % tödlich endeten; es können aber sicher auch Versager auf falsche Indikation oder mangelnde bzw. fehlende Asepsis zurückgeführt werden. Jedenfalls führten die Mißerfolge mit defibriniertem Blut wieder zur Tierbluttransfusion. Eckert machte daher aus Anlaß des Krieges 1870/71 den kuriosen Vorschlag, man solle zur Vorbereitung einer Transfusion auf dem Schlachtfeld die Halsschlagader eines Schafes, dessen Blutmenge für vier Menschen ausreichend erschien, vor dem Kampf freilegen und das Tier auf dem Tornister befördern, um im Bedarfsfalle den blutspendenden Hammel sofort ansetzen zu können. Auf einem Kongreß lief das Witzwort um, es gehörten jetzt zu jeder Transfusion drei Schafe.

Gegen die besonders von Gesellius und Hasse und Eckert propagierte Tierbluttransfusion schritten aber Landois, Ponfick und Panum (1873/75) energisch ein. Sie wiesen u. a. nach, daß die Erythrozyten fremdartigen Blutes nach der Übertragung aufgelöst werden, daß die Resistenz der roten Blutkörperchen verschieden sei und daß die eigenen Erythrozyten aufgelöst würden. Nur allmählich ließ man von der Tierbluttransfusion ab, bis schließlich auch Hasse, der energischste Verfechter der Tierblutübertragung, auf Grund seiner zweifelhaften Erfolge von seinem Irrtum überzeugt war. Daß so lange daran festgehalten wurde, läßt sich verstehen, wenn auf der anderen Seite die Übertragung defibrinierten Blutes auch nur selten zu einem befriedigenden Ergebnis führte. Die Fehlschläge bei der Verwendung entfaserten Blutes lassen sich aus den Ergebnissen späterer Untersuchungen zum großen Teil erklären. Während nach damaliger Ansicht im defibrinierten Blut ein toxisches Fibrinferment enthalten sein sollte, das bei der Transfusion eine intravitale Gerinnung hervorrief (Bischoff, „Ferment-Intoxikation“ Köhlers), fand Fuld, später noch Jürgensen, Rosenberger, Schultz, Morawitz, daß frisch defibriniertes Blut nach der Infusion zwar zu den schwersten Zuständen führen kann, daß diese Giftwirkung aber sehr labil sei und darum auch leicht unschädlich gemacht werden könne. Hesse und Filatov weisen in vielen Versuchen nach, daß entfasertes

Blut reaktionslos vertragen wird, wenn es frühestens eine Stunde nach der Defibrinierung infundiert wird.

Die allgemeine Technik bei der Verwendung entfaserten Blutes ist folgende:

Das Blut wird in einem Glasbehälter, der im Wasserbad von 37—39° steht, aufgefangen. Die Fällung des Fibrins erfolgt am einfachsten durch fünf bis sechs Minuten langes Rühren in einem paraffinierten Gefäß mit einem mehrfach gewundenen Glasstab oder einem Schneebesen oder mit Glasperlen oder dergleichen. Unzweckmäßiger ist es, mit einer Pinzette oder einem glatten Glasstab zu arbeiten. Anschließend wird das Blut durch ein mehrfaches Mullfilter geseiht, in sterile Flaschen gefüllt und im Eisschrank bei einer Temperatur von +5° bis +8° C aufbewahrt; nach 24 Stunden kann es bei Zimmertemperatur infundiert werden.

So war aus dem vorher hoffnungslos erscheinenden Versuch, entfasertes Blut zur Transfusion zu verwenden, ein relativ brauchbares Verfahren geworden. Im allgemeinen wird aber die Übertragung defibrinierten Blutes abgelehnt, da das infundierte Blut durch den Vorgang der Entfaserung zu sehr geschädigt ist. Dementsprechend sind auch die Heilerfolge nicht immer zufriedenstellend. Jedoch in Sonderfällen, so z. B. im Kriegsfall bei Ermangelung anderer Übertragungsmöglichkeiten, wird man wohl auf diese Methode zurückgreifen müssen.

Nunmehr bleiben noch zu besprechen alle Methoden, die einen chemischen Zusatz zum Blut erfordern, um es ungerinnbar zu machen. War bisher nur gestritten worden, welches das beste Gerät zur Übertragung sei, trat jetzt noch die Frage nach dem besten und unschädlichsten Zusatzmittel hinzu.

3. Gerinnungshemmende Zusätze.

Da die Ergebnisse der Bluttransfusionen um 1880 recht zweifelhaft waren und die Schuld daran den technischen Mängeln oder der Verwendung defibrinierten Blutes zugeschoben wurde, versuchte man, das Blut durch chemische Zusätze ungerinnbar zu machen, um zur Überleitung genügend Zeit zu haben. Natürlich führt solch ein Zusatz zu einer bedeutenden Schädigung des Blutes.

Das Ziel der Blutstabilisierung wurde mit den verschiedenartigsten Stoffen zu erreichen versucht, von denen ein Teil wegen hoher Giftwirkung, einige wegen der hohen Darstellungskosten aufgegeben wurden. Von Lower wurde gegen das Gerinnen Salmiak empfohlen; Major hielt Hirschhornsalz für geeignet. Wright benutzte zur Gerinnungsverhütung oxal-

sauren Kalk, und Landois machte Versuche mit Blutegelextrakt, Hirudin; Hartwig versuchte oxalsaures Natrium; andere verwandten Natriumfluorid, Natriumphosphat (Rautenberg), Glukose, Sulfarsenol (Flandin). Miller verdünnte das Blut mit physiologischer Kochsalzlösung soweit, daß eine Gerinnung nicht mehr eintreten kann. Hierbei verliert aber die Transfusion von Blut bei vielen Indikationen ihre Bedeutung, da man bei Verwendung so stark verdünnten Blutes besser von einer einfachen Kochsalzinfusion spricht.

Erst nachdem Freund 1891 feststellte, daß auch Natriumzitrat durch seine Bindung an Kalksalze die Gerinnung für eine bestimmte Zeit verhindert, hatte man ein geeignetes sicheres Mittel gefunden, dessen Schädlichkeit nicht allzu groß ist. Als Folge dieser Entdeckung wurde die Blutübertragung in der Folgezeit in bedeutend erhöhtem Maße angewandt. Eingeführt wurde das Natriumzitrat zu gleicher Zeit zu Beginn des Weltkrieges von Hustin in Belgien, Agote in Buenos Aires und Lewison in New York. Diese Möglichkeit, die Blutgerinnung zu verhindern, wurde während des Krieges besonders in den Heeren der Ententemächte an der Westfront in sehr vielen Fällen und mit großem Erfolg angewandt und ist heute in vielen Ländern, besonders in Amerika unter Lewisons Einfluß, die Methode der Wahl. War nun das Mittel gefunden, so blieb es immer noch unklar, in welchem Verhältnis das Natriumzitrat mit dem Blute vermischt werden soll, um geringste toxische Wirkung des Zusatzes mit höchster Sicherheit der Gerinnungshemmung zu verbinden; denn es zeigte sich bald, daß der Zusatz von Natriumzitrat keine völlig harmlose Beimischung ist. Ob aber die von Torraca beschriebenen Zwischenfälle, die trotz einwandfreier Blutgruppenbestimmung mit Zitratblut vorkamen, nur auf diese Beimischung zurückzuführen sind, ist doch fraglich. Lewison und Rosenthal erblicken in den bei der Zitratmethode häufiger auftretenden Schüttelfrösten lediglich eine Folge der Zuführung von fremdem Eiweiß, das im destillierten Wasser oder als Überrest zerfallener Proteine von früheren Transfusionen herrührt und als feiner Film in den benutzten Gefäßen und Verbindungsstücken sich festlegt. Da diese Eiweißschicht bei längerem Zuwarten immer schwerer zu entfernen ist, sei unbedingt erforderlich, sofort nach der Transfusion das Gerät sorgfältig zu reinigen. Zunächst erschien jedoch die Feststellung Lewisons sehr unwahrscheinlich. Nach angelegten Statistiken soll aber ein besonderes Reinigungsverfahren der benutzten Apparate die Häufigkeit der Schüttelfröste stark herabgesetzt haben.

Die benutzte Zitronensäure wirkt nach Dogliotti in der Weise, daß das Elektrolytgleichgewicht im Plasma gestört wird, daß das Kalziumion gebunden wird, daß die Resistenz der roten Blutkörperchen herabgesetzt wird und daß wahrscheinlich auch immunisatorische Vorgänge im Blut gestört werden. Im Körper wird dieses kalkbindende Natriumzitrat verbrannt. Wieviel soll nun von diesem Zusatz zum Blut gegeben werden? In dieser Frage wird wahrscheinlich kaum eine einheitliche Regelung gefunden werden, weil viele einen besonderen Prozentgehalt des Citrats und einen besonderen Verdünnungsgrad vorziehen. Lewison, der Hauptvertreter dieser Methode, nahm für 500 ccm Blut 50 ccm einer 2—2,5prozentigen Natriumzitratlösung. Clairmont und Müller empfehlen, das Blut in ein Gemisch von ca. 5,5prozentige Glukose mit der von Lewison angegebenen Zitratmenge einfließen zu lassen. Die Mayo-Clinic setzt zu 250 ccm Blut 10 ccm einer 10prozentigen Lösung. Behne gibt zu 500 ccm Blut 150 ccm einer 1prozentigen Lösung. Andere mischen das Natriumzitrat mit physiologischer Kochsalzlösung. So verwendet Höst 3,8 g Natriumzitrat in 100 ccm Natriumchlorid für 1000 ccm Blut. In Rußland wird besonders die I.P.K.-Flüssigkeit benutzt, deren Zusammensetzung später noch angegeben wird.

Sollte es zu Intoxikationserscheinungen kommen, die auf das zugesetzte Natriumzitrat zurückzuführen sind, so kann man Kalzium intravenös geben (Belz). Es ist jedoch nicht zu empfehlen, schon prophylaktisch Kalzium zu spritzen.

Manchen Autoren erschien der Zusatz reinen Natriumzitrats ungeeignet. Um die bei diesem Vorgehen fast allgemein anerkannte größere Häufigkeit von Schüttelfrösten zu vermeiden, schlägt Grey eine Lösung vor, die in ihrer Zusammensetzung und ihrem Säurewert ungefähr dem Blutserum entspricht. Von der von ihm angegebenen Grundlösung:

0,6 g KH_2PO_4,
0,9 g $CaCl_2$,
3,0 g Glukose
Aqu. dest. ad 100 ccm

werden 2 ccm genommen, mit 30 ccm NaCl und 30 ccm Aqu. dest. und 2,0 g Natriumzitrat vermischt, darauf 10 Minuten gekocht und dann zum Abkühlen gebracht. Währenddessen setzt man einige Tropfen Phenolrotlösung hinzu und stellt fest, daß die Lösung alkalisch ist; die noch nicht ganz abgekühlte Lösung wird filtriert, dann werden zwei oder drei Tropfen n-HCl hinzu-

gesetzt, worauf ein Farbumschlag zur Kupferfarbe eintritt. Die Lösung hat ein pH von 7,5. Von dieser gepufferten Mischung kommen 30 ccm auf 270 ccm Blut. Lenggenhager führt die größere Schädlichkeit des Zitratblutes darauf zurück, daß die Blutzellen durch das Umrühren und durch den Luftzutritt mehr Stoffwechsel- und Abbauprodukte abgeben. Er findet, daß die Autolysate in saurer Lösung giftig wirken, in alkalischer dagegen nicht. Daher empfiehlt er folgende Lösung:

Natr. carb. sicc. . .	4,0
Natr. phosphor. sicc.	16,0
Aqu. dest. . .	ad 320,0

Hiervon werden 8—10 ccm zu 100 ccm Blut zugesetzt. Man verfährt dabei so, daß man die Lösung in den Spenderblutstrahl hineintropfen läßt. Dadurch wird das Blut für eine bis anderthalbe Stunde ungerinnbar. Das Blutkalzium sinkt von 9 bis 11 auf 7 bis 8 mg %. Es handelt sich hierbei also mehr um eine Entionisierung des Blutes, weniger um eine feste Bindung an das Kalzium; denn das mit der Lenggenhagerschen Lösung behandelte Blut gerinnt bei Zusatz von Kohlensäure sofort.

Bei der Verwendung von Zitratblut zur Blutübertragung wird im allgemeinen nach folgendem Schema vorgegangen:

Als Instrumentarium benötigt man ein graduiertes Becherglas von 500 ccm Inhalt mit Glasstab, eine Aderlaßkanüle, einen 250 ccm fassenden sterilisierbaren Glasirrigator mit Schlauch und Kanülenansatzstück, Klemme, eingeschaltetem Glaszwischenstück und Infusionskanüle; ein 10-ccm-Meßglas oder eine 10-ccm-Spritze zum Abmessen der gerinnungshemmenden Lösung und schließlich eine frische sterile 30prozentige Natriumzitratlösung. Alle benötigten Teile müssen sorgfältigst sterilisiert werden.

Von der Natriumzitratlösung (30 %) gibt man für 500 ccm Blut 5 ccm in das sterile Becherglas und läßt das Blut durch einen Aderlaß unter Umrühren mit dem Glasstab hineinlaufen, wobei darauf zu achten ist, daß das Blut nicht an den Wänden des Gefäßes entlang fließt, sondern direkt mit dem Natriumzitrat in Berührung kommt. Man hüte sich auch, daß von den Handschuhen Talkum in das Blut hineinfällt, da es sonst zur Gerinnung kommt (Grosof).

Um eine zu schnelle Abkühlung zu vermeiden, kann man das Becherglas in ein Wasserbad von 40° stellen. Dann wird das Irrigatorsystem mit Blut gefüllt und die Luft aus dem Schlauch entfernt. Das Blut wird dann in die punktierte Vene des Empfängers infundiert. Die Geschwindigkeit soll der Indikation entsprechen. Allgemein sollen in fünf Minuten 100 ccm einfließen. Man kann aber auch eine intravenöse Dauertropfinfusion ausführen, die sich über ein bis zwei Stunden hinzieht. Es muß dann zuweilen mit dem Glasstab umgerührt werden, was auch bei der schnellen Transfusion von Nutzen ist. Bei Säuglingen und Kleinkindern empfiehlt es sich, das Blut anstatt in die zu kleine Armvene in den Sinus sagittalis oder in die Vena jugularis oder Vena saphena einlaufen zu lassen. Opitz führt in geeigneten Fällen das Blut intraperitoneal dem kindlichen Empfänger zu.

Die Infusion kann aber auch mittels Spritzen oder Schlauchverbindungen, mit oder ohne Druckgebläse erfolgen. Etwaige Gerinnsel entfernt man mit einem acht- bis zehnfachen Gazefilter.

Daneben finden sich wie auch bei der direkten Transfusion die verschiedensten Methoden und Apparate, die das Auffangen und Mischen sowie das Transfundieren erleichtern oder verbessern sollen. Doch geht es hier nur um die Art der Ausführung, das Prinzip ist stets das gleiche.

Der einfachste Apparat ist auch hier wieder die Spritze, mit der das ungerinnbar gemachte Blut nach und nach dem Empfänger injiziert wird. Aber das Verfahren wird kaum geübt, da es praktischere Möglichkeiten gibt. Fasano und Haberlandt kommen gegebenenfalls mit einem Gummischlauch mit Glastrichter und Punktionsnadel aus. Schon vorher hatte Uterhard und Loeb eine Spritze mit exzentrischem Konus zur Erleichterung der Technik empfohlen. Sollten hierbei Luftblasen entstehen, so wird die Transfusion doch nicht gestört, da die Blasen hochsteigen und so nicht gefährlich werden können. Ein gleiches Modell wurde später von Weil angegeben.

Kubanyi emphielt die Oehleckersche Spritze zur Überleitung; es taucht dabei der eine Arm in das Becherglas mit Natriumzitratblut. Rogge benutzt ein gläsernes Schaltstück mit vier Fortsätzen. Eine 10-ccm-Spritze steht mit den Venen und einem Gefäß mit 2prozentiger Natriumzitratlösung in Verbindung. Das System wird mit Paraffin durchgespritzt und dann mit der Zitratlösung gefüllt. Die weitere Technik ist bereits unter Kapitanoff bei der direkten Methode beschrieben worden. Fiessinger verwendet ein F-förmiges Ansatzstück, dessen drei Verbindungen zu einer 20-ccm-Spritze, zu einem Gefäß mit dem Spenderblut und zum Empfänger führen. Zwei Klemmen regeln die Strömungsrichtung. Etwas komplizierter ist das Gerät von Takeo Torii, der zur Überleitung einen Klappenapparat benutzt, bei dem bei Anziehen der Spritze zwei in Glaskammern befindliche Glaskörper, von denen der eine hohl und der andere massiv ist, die Einflußkammer öffnen und die Ausflußkammer schließen. Das auf diese Weise angesaugte Zitratblut kann bei Druck auf den Spritzenstempel zum Empfänger fließen. Gleichzeitig ist damit erreicht, daß sich die Stömungsrichtung selbsttätig einstellt. Brines schaltet hintereinander Spender — Zitratflasche — Blutsammelgefäß — Sauggefäß — Saugpumpe, wobei einmal das Blut möglichst früh sich mit der Zitratlösung mischen soll, dann aber auch die Berührung mit der Luft vermieden wird. Die mittlere Flasche, die das Blutgemisch enthält,

wird zur Überleitung umgedreht und an einem Stativ befestigt; das Druckgebläse unterstützt nach Bedarf das Gefälle. In ähnlicher Weise gibt Sammartino seinen Apparat an. Einfacher, aber nach dem gleichen Prinzip, arbeitet Hoffmann-Habein. Durch ein mit einer Luftpumpe hergestelltes Vakuum wird das Blut in ein Gefäß gesaugt, in dem sich eine ausreichende Menge Natriumzitrat befindet; anschließend wird das Blut mit einer Druckpumpe dem Empfänger infundiert.

Von Bedeutung für einen gleichmäßigen Erfolg der Zitratmethode ist auch der Zeitpunkt, an dem sich das Blut mit dem Zitrat vermischt. Je eher dies erfolgt, um so weniger Möglichkeit besteht, daß eine Gerinnung eintritt. Es kommt darauf an, das Blut schon zu mischen, wenn es die Vene verläßt, um die Berührung mit dem Leitungsmaterial ungefährlicher zu machen. Dies hatte schon Brines zu erreichen versucht. Besser aber wird die Frage von Hustin gelöst, der mit einer sinnreichen Einrichtung bezweckt, daß das Blut sofort bei der Entnahme in der Kanüle mit Natriumzitrat gemischt wird. Im übrigen vertritt er die Ansicht, daß nach der Statistik bei entsprechender Technik die Übertragung von Zitratblut ebenso wirksam, dabei technisch leichter und ungefährlicher sei als bei reinem oder sogenanntem Vollblut. Hartmann benutzt ebenfalls eine besonders konstruierte Nadel, die eine sofortige Vermischung von Blut und Natriumzitrat ermöglicht.

Bisher wurde nur erwähnt, daß das Blut durch Venenpunktion entnommen und ebenso infundiert wurde. Es ist dies auch, soweit es im Einzelfall technisch möglich ist, allgemein üblich. Dagegen legt Lewison, der sich um die Verbreitung der Zitratmethode große Verdienste erworben hat, regelmäßig die Venen frei. Er vermischt je 250 ccm Blut mit 25 ccm einer 2prozentigen Natriumzitratlösung in einem Glaßgefäß. Die Überleitung erfolgt von einem hohen Gestell aus mit einem Gummischlauch. 1937 teilt er seine Erfahrungen aus über 20 Jahren mit und hebt wieder die Vorteile seiner Methode, d. h. allgemein der Zitratmethode, hervor. Von den vielen Apparaten, die irgendwie zweckmäßiger sein sollen, sei zuerst der von Cogswell genannt. Hiernach wird das Blut mit einer handwärts eingeführten Kanüle entnommen. Um das Blut bequem auffangen zu können, wird auf den Kanülenkonus ein passend zulaufendes zweimal rechtwinklig abgebogenes Glasrohr aufgesetzt. Schwarz gibt einen Apparat an, bei dem ein Zylinder mit Ansatzstücken in einem Holzstativ und einem Kasten befestigt ist. Am unteren Ende des Zylinders dient eine durchlöcherte Glas-

kugel als Schutzfilter; oben ist ein Gummiverschluß mit Ansatzstück zum Ansaugen; ein eingeschaltetes straff gespanntes Gummiplättchen gibt die herrschenden Druckverhältnisse an. Nach Jeanbrau wird das Blut in ein zylindrisches Gefäß mit Saugvorrichtung aspiriert; aus diesem führt man durch eine Seitenkanüle das Zitratblut durch Druck dem Empfänger zu.

Stockhausen fängt in einem sterilen Glasgefäß mit Natriumzitrat die ausreichende Blutmenge auf. Zur Überleitung dient eine 100-ccm-Spritze, deren Kolben und Kolbenstange in der Längsachse durchbohrt sind; am oberen Kolbenende sitzt ein Abschlußhahn. Vom Spritzenkonus führt ein Gummischlauch zu einer weiten Kanüle. Der Empfänger wird bei geschlossenem Hahn punktiert. Nach Ansaugen von etwas Blut wird der Hahn geöffnet und der Kolben entfernt. Der Spritzenzylinder dient jetzt als Irrigator, in den das Spenderblut eingefüllt wird. Dagegen benutzen Braicev und Spasokukovkij eine viereckige Glasflasche, in die von oben das Blut durch eine Glasröhre mit Gummistopfen einläuft. Seitlich unten, etwa einen Zentimeter vom Boden entfernt, sitzt ein Abflußhahn. Entstandene Blutgerinnsel, die bei der Zitratmethode niemals völlig auszuschließen sind, sinken ab und können nicht aus der Flasche abfließen. Die Flasche wird durch Sublimat (1:1000) keimfrei gemacht. Whitacre beschreibt den von Dieckman benutzten Apparat. Ein Erlenmeyerkolben von 1000 ccm Fassungsvermögen ist durch einen Gummistopfen mit fester Klemme verschlossen. Durch diesen Stopfen läuft ein fast bis an den Boden reichendes Glasrohr. Ein zweites Loch enthält einen kleinen umgestülpten, mit Gazebinden bespannten Trichter, der nach außen mit einem Gummirohr verbunden ist, das in einem Glasröhrchen, in dessen Lumen etwas Watte steckt, endet. Das lange Glasrohr läuft außen in ein Gummirohr mit Punktionsnadel aus. Zunächst wird durch die Nadel Natriumzitrat aufgesaugt; dann wird das Spenderblut entnommen, wieder unterstützt durch Saugen am Glasröhrchen. Zur Überleitung dreht man den Kolben einfach um und befestigt ihn an einem Stativ. Das Wertvolle an dieser Methode ist, daß das Blut nicht mit der Luft in Berührung kommt. Das ganze Verfahren ist einfach und hat sich als wirklich gut erwiesen. Diese Methode ist dem praktischen Arzt zu empfehlen.

Clemens gibt einen ähnlichen Apparat an, der mit sämtlichen Zubehörteilen ausgekocht und für längere Zeit steril gehalten werden kann. Die genauere Beschreibung ist bei der Bluttransfusion mit Heparinblut nachzulesen. Auf Grund besonderer

Untersuchungen erscheint Clemens eine drei- bis vierprozentige Natriumzitratlösung am geeignetsten.

Die Aufzählung und kurze Beschreibung der einzelnen Methoden mag zwar zusammenhanglos erscheinen, es läßt sich dies jedoch nicht umgehen, da einer einheitlichen Linie nicht gefolgt werden kann.

Cornell benutzt ein graduiertes 1000-ccm-Gefäß mit drei Öffnungen oben und einer Öffnung unten seitlich; ferner ein gleiches Gefäß mit einer Öffnung oben und einer Öffnung unten seitlich. Letzteres wird in ein warmes Wasserbad gesetzt. Im ersten wird das Blut aufgesaugt und mit Natriumzitrat (50 ccm 2prozentiges Natriumzitrat auf 500 ccm Blut) vermischt. Von diesem filtriert man das Zitratblut durch achtfache Gazelagen in das zweite Gefäß, in dem noch 200—300 ccm Kochsalzlösung sich befinden. Diese Methode eignet sich auch zur Reinfusion von Blut z. B. aus der Bauchhöhle. Filatov und Kartasevskij geben ein Selbstsaugeverfahren an: Eine 20—30 cm lange Glasröhre, die an einem Ende im spitzen Winkel abgebogen ist, trägt einen 60—70 cm langen Gummischlauch, an dessen freiem Ende die Punktionskanüle befestigt ist. Zunächst wird das ganze System mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt. Dann taucht man die Glasröhre in das Gefäß mit Blut, das sich etwas höher als der Empfänger befindet. Nach dem Gesetz des Syphons fließt nun das Blut in die Vene des Patienten. Durch Heben und Senken des Blutgefäßes bestimmt man die Schnelligkeit des Blutabflusses. Rietz empfiehlt nach 14jähriger Erfahrung für die Wehrmacht folgendes Verfahren: In einem nach Kimpton-Brown-Jeanbrau modifizierten Glaskolben von 500 ccm Inhalt werden 25 ccm 10prozentige Natriumzitratlösung mit einem Gummiball aufgesaugt; anschließend wird das Blut mit einer Kanüle abgenommen und in dem Kolben aufgefangen. Landsberg im Forschungsinstitut für Bluttransfusion in Leningrad gab einen Apparat an, der die Überleitung von Zitratblut erleichtern sollte; seine Lösung ist jedoch nicht ganz glücklich, da bei seiner Methode der Blutstrom beständig unterbrochen wird und da ferner bei großen Transfusionen in den Schläuchen ziemlich leicht Gerinnsel auftreten können; schließlich auch, weil der Apparat in der Bedienung recht große Geschicklichkeit verlangt. Eine Rekordspritze ist horizontal in einem Metallgestell eingefügt. Seitlich an diesem Gestell befinden sich links zwei Ringe und rechts zwei Klemmen. Der Spritzenansatz führt über einen Gummischlauch zu einem Dreiwegehahn; am zweiten Ansatz dieses Hahnes ist ein 30 cm

bis 35 cm langer Gummischlauch befestigt, der durch Klemme und Ring hindurchläuft und am Ende die Empfängerkanüle trägt; der dritte Ansatz führt über eine Gummiverbindung ebenfalls durch Klemme und Ring zu einer Glasröhre, die in das Gefäß mit Blut taucht. Durch wechselndes Abklemmen der Wege bei Anziehen und Drücken des Spritzenstempels wird die Überleitung vorgenommen. Die Betätigung der Klemmen ist bei ausreichender Übung durch Fingerdruck ersetzbar. Einen anderen Weg schlägt Bosi vor, der eine Glasspritze verwendet, die oberhalb des Nadelansatzes seitlich am Zylinder eine zweite Öffnung mit einem olivförmigen Ansatz für eine Gummiverbindung trägt, die zu einem graduierten Glasbehälter führt, in dem für je 250 ccm Blut 10 ccm 1prozentigen Natriumzitrats sich befinden. Bei der Blutabnahme wird der Stempel nur so weit zurückgezogen, bis die zweite Öffnung frei wird, worauf das Blut in den Glasbehälter fließt. Bei genügender Blutmenge wird das Glas umgedreht und der Inhalt dem Empfänger infundiert.

Korbsch teilt seine Erfahrungen mit über eine Apparatur, deren Teile ein doppelwandiges, luftleer gepumptes, 500 ccm fassendes graduiertes Gefäß in Form einer Thermosflasche aus Jenaer Glas, die in ein stabiles Gestell paßt, und eine besondere Rekordspritze sind; der durchbohrte Kolben dieser Spritze und die sich anschließende mit einem Hahn versehene Kolbenstange endet über einen Schlauch mit einem Steigrohr in dem Gefäß, das außerdem an ein Druckgebläse angeschlossen ist. Gleichfalls eine Thermosflasche benutzt Henschen, um das Blut nicht vorzeitig abkühlen zu lassen.

Nach Christ wird das Blut unter Zitratzusatz in paraffinierte Thermosflaschen aufgefangen und infundiert. Bei ihm wurde in 700 Fällen das Zitratblut störungslos vertragen.

Cheifez und Dychno verwenden ebenfalls Thermosflaschen, deren Gummipropfen ein kurzes und ein langes Glasrohr durchläßt. Nach der Blutentnahme wird die Flasche umgedreht und das kurze Glasrohr mit der Vene verbunden. Zum Tropfenzählen dient ein zweiwandiger Tropfenzähler aus Glas, wobei das Vakuum zwischen den Wänden das Blut gegen Abkühlung schützt. Jede halbe Stunde ist die Flasche zweimal umzudrehen, um die roten Blutkörperchen gleichmäßig zu verteilen. Merke beschreibt ein Verfahren, das von vielen Autoren, u. a. Flessa, als sehr brauchbar empfohlen wird. Die gestaute Armvene des Spenders wird mit einer Hohlnadel punktiert und das Blut in eine graduierte doppelwandige sterilisierte Flasche (Thermos-

flasche) geleitet. Ein Druckgebläse treibt das Blut über ein paraffiniertes Steigrohr und einen kurzen Gummischlauch zum Empfänger. Man kann ohne besonderen Zusatz transfundieren, es empfiehlt sich aber, noch einige Kubikzentimeter einer zehnprozentigen Natriumzitratlösung hinzuzusetzen. In gleicher Weise arbeitet der Apparat Häußers.

Eljasevic gibt gleichfalls eine mit U-förmigen Glasröhren dem Zwecke der Transfusion angepaßte Thermosflasche an, die die Einflüsse von Licht und Temperaturwechsel ausschaltet, zumal Lützeler mitteilt, daß die Gefahr der Isoagglutination besteht, wenn nicht durch geeignete Vorrichtungen eine zu starke Abkühlung vermieden wird.

Übrigens gibt Abelmann zur Verhütung der Blutgerinnung in Kanülen und Spritzen eine Zitratsalbe von folgender Zusammensetzung an:

Natr. citric. .	10,0
Adip. lanae .	10,0
Aqu. dest. . .	10,0
Petrol. . ad	100,0

Recht vorteilhaft ist es, daß man bei der Zitratmethode in den meisten Fällen mit der einfachen Venenpunktion auskommt. Sollte eine Transfusion bei sehr schlechten Venen erfolgen, kann auch wie von Sliva und Shaw das Corpus cavernosum penis zur Infusion benutzt werden.

Neben dem Natriumzitrat benutzt man heute noch andere Stoffe, die die Blutgerinnung verzögern sollen. Veranlaßt wurde man hierzu durch die Tatsache, daß Natriumzitrat im Organismus eine toxische Wirkung haben kann. Nach Nürnberger soll es in einer Menge von 14—15 g tödlich wirken. So wurden Versuche angestellt über Natriumsulfat, das besser verträglich sein soll als Natriumzitrat und auch in geringerer Konzentration wirksam ist, ferner über Zitronensaft usw. Russische Autoren bemühen sich besonders um gut brauchbare Stabilisierungsstoffe. Bogdanov, Schleger und Maksimov untersuchten die Synantrene Nr. 17 und 27, die Derivate der Naphthylaminsäure darstellen. Diese Stoffe wirken nicht durch Bindung an die Kalziumionen, sondern durch direkten Einfluß auf das Thrombin. Für ein Liter Blut wird 1,0 g Synantren gebraucht; von Natriumzitrat wären hierzu 4,0 g erforderlich. Die toxische Dosis ist im Verhältnis zu Natriumzitrat herabgesetzt. Bondarenko und Svedski berichten über gute Erfolge mit diesen Stabilisatoren.

Bruchonenko, Bogdanow usw. schufen aus Synantren Nr. 23 das Synantren Nr. 47, ein von Mineralsalzen freies Ammoniak-

salz eines der Kondensationspunkte der Kochschen Säure mit Formaldehyd. 1 g dieser Substanz hält 4000—5000 ccm Blut bei Zimmertemperatur für 24 Stunden ungerinnbar.

Etwas ganz Neues ist der Versuch, das Blut nicht erst bei der Entnahme ungerinnbar zu machen, sondern bereits das noch kreisende Blut des Spenders mit einem Zusatz zu versehen, der die Gerinnung verhütet. Dies konnte natürlich erst erprobt werden, als geeignete Stoffe zur Verfügung standen, die für den Organismus unschädlich sind. Bei der Verwendung von Natriumzitrat war dies nicht möglich, da zur Stabilisierung der gesamten Blutmenge des Spenders eine Menge Natriumzitrat erforderlich ist, die die toxische Grenze erreicht. Die mit Kaninchen vorgenommenen Versuche, durch intravenöse Gaben chemischer Zusätze das Blut ungerinnbar zu machen, verliefen erfolgreich. Eine Dosis von 0,02 g Synantren Nr. 47 pro Kilogramm Körpergewicht hält die Gerinnung bei Kaninchen bis zu acht Stunden auf.

In der gewöhnlichen Anwendung benutzt Jankovskij das Pneumin, von dem 0,015 g für 100 ccm Blut ausreichen sollen.

Ferner versucht man zur Stabilisierung des Blutes an Stelle körperfremder Stoffe das körpereigene Heparin, das besonders in der Leber reichlich vorkommt. Die Veränderung des Blutes ist durch diesen Zusatz bedeutend geringer als bei Gebrauch von Natriumzitrat, das die Kalksalze aus dem Blut ausfällt, während Heparin durch vorübergehende Bindung der Thrombokinase die Gerinnung für eine bestimmte Zeit verhindert. Im Jahre 1938 hatte Howell zuerst über diese Substanz berichtet. Später befaßten sich Jorpes, Charles, Scott, Bergström, Clemens, Tretow u. a. damit. Hedenius verwendete das Heparin in der Weise, daß er, entsprechend dem Verfahren Bruchonenkos mit Synantren Nr. 47, das Blut schon vor dem Austritt aus der Gefäßbahn des Spenders ungerinnbar macht, indem er 10 Minuten vor Beginn in den zur Transfusion nicht benutzten Arm 0,25 mg/kg Heparin intravenös injiziert. Diese Methode hat sich bei 150 Übertragungen mit Erfolg bewährt. Es wäre hiermit das große Ziel, eine Bluttransfusion einfach und sicher durchführen zu können, erreicht; es ist noch festzustellen, ob die Einverleibung von Heparin auch völlig unschädlich ist und ob die Gewähr gegeben ist, daß unbedingt die Gerinnung für ausreichende Zeit aufgehoben ist; ferner auch, ob bei wiederholten Transfusionen das Heparin in seiner Wirksamkeit unveränderlich bleibt und nicht zu schädlichen Reaktionen beim Spender führt; schließlich ist nachzuweisen, wie das so stabilisierte Blut

beim Empfänger wirkt, d. h. auch, ob die Verwendung von Heparin bei allen bekannten Indikationen zur Transfusion zu dem gewöhnlichen Erfolg führt.

Nach Jorpes' Untersuchungen handelt es sich bei Heparin um eine Mucoitinpolyschwefelsäure; jedoch ist die chemische Konstitution noch nicht völlig geklärt.

Sköld gibt nach dem alten Prinzip zu 100 ccm Blut vier bis fünf Milligramm Heparin. Bei Verwendung von paraffiniertem Glas kann diese Dosis noch mehr gesenkt werden. Die Mengenangaben, die die einzelnen Autoren machten, waren zunächst nicht verwertbar, da das in den verschiedenen Ländern hergestellte Präparat in seiner Wirkung recht verschieden war. Nach Clemens' Angaben wird das Heparin in gleichbleibender Wirksamkeit genormt als Vetren in den Handel gebracht. Schürch nimmt für 100 ccm Blut 1000 Heparineinheiten. Nach seiner Mitteilung tritt eine Gerinnung nicht vor 12 Stunden ein. Natürlich ist auch beim Empfänger die Gerinnungszeit etwas verlängert; nach Heim ist sie bis zwei Stunden nach der Transfusion noch um zwei bis drei Minuten über der normalen Zeit. Längere Nachblutungen, besonders bei blutenden Magengeschwüren und Extrauteringraviditäten, wurden nicht beobachtet. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, daß vom Gewebssaft das Heparin zerstört und wohl auch durch die Nieren ausgeschieden wird. Da bei einem Zusatz von 2 ccm Vetren zu 150 ccm Blut die Gerinnungsfähigkeit während mindestens zwei Stunden mit Sicherheit aufgehoben ist, kann in besonders gelagerten Fällen auch eine Tropfinfusion vorgenommen werden.

Zur Transfusion wird von vielen Autoren der von Clemens angegebene Apparat benutzt, der aus folgenden Teilen besteht:

Ein graduiertes Glasgefäß von 1000 ccm Inhalt, ein doppelt durchbohrter Gummistopfen, der von einer Metallspange gehalten wird, zwei Glasrohre, von denen das längere und dickere bis auf den Boden des Gefäßes reicht und die am anderen Ende Ansatzvorrichtungen für Kanülen tragen. Der obere Teil, um den noch die Gummirohre gelegt werden können, kann zur sterilen Aufbewahrung mit einer Glaskappe verschlossen werden, die durch einen Gummiring abgedichtet und mit einer Spannfeder verschlossen gehalten wird. Zur Punktion benutzt man Straußsche Kanülen von 1,7 bis 2 mm Durchmesser. Zur Transfusion wird die Glaskappe abgenommen; durch den kurzen Schlauch bringt man 2 ccm Vetren in die Flasche. Zur besseren Untermischung können noch 50 ccm physiologische Kochsalzlösung zugesetzt werden. Anschließend kann man noch den langen Zuleitungsschlauch mit Vetren durchspülen. Nach guter Stauung wird punktiert; sobald das Blut gut fließt, wird der kurze Schlauch an die Kanüle angeschlossen. Das Blut wird in der Flasche durch leichtes Schwenken vermischt. Nach der Blutabnahme wird das

kurze Glasrohr aus der Flasche entfernt; diese wird hochgestellt, und die Infusion kann erfolgen. Sollte das Einfließen zu langsam gehen, kann man mit einem Gummiballon den Einfluß beschleunigen. Zimmer hat mit dieser Methode über 50 Bluttransfusionen ausgeführt, deren Dauer bei ausreichender Venenpunktion niemals die Zeit von 15 Minuten einschließlich der Blutentnahme überschritt. Durch Einsetzen eines besonderen Tropfenzählers kann der Apparat von Clemens zur Tropfinfusion benutzt werden. Hierbei muß jedoch das Blut vor starker Abkühlung geschützt werden.

Mit diesem Vetren hat man aller Wahrscheinlichkeit nach einen Stoff gefunden, der physiologisch das Blut kaum verändert und dabei eine leichte Übertragung ermöglicht.

4. Beurteilung der indirekten Transfusionsmethoden.

Heute wird wohl die indirekte Bluttransfusion am häufigsten angewandt. Es ist ja auch ein Verfahren, das die zu Beginn aufgezählten Bedingungen, die von einer Idealmethode zu fordern sind, erfüllt; nur ein Punkt bleibt unberücksichtigt, der Punkt nämlich, der *eine Übertragung unveränderten Blutes* vorsieht. Hieran stoßen sich nun die Gegner dieser Methode und lassen in vielen Fällen die anderen Vorzüge unbeachtet; es wird dann wieder auf die direkten Verfahren zurückgegriffen, und es wird das Blut mit Kochsalzlösung in oft beträchtlichen Mengen verdünnt, nur um behaupten zu können, es würde unverändertes Blut übertragen. Wenn auch das Natriumzitrat kein harmloser Zusatz ist, so ist es in den meisten Fällen doch geeigneter, besonders, wenn nicht nur der Kliniker, sondern auch der praktische Arzt eine Bluttransfusion vornimmt. Die toxische Dosis von Natriumzitrat wird zudem bei den üblichen Verfahren niemals erreicht. Wenn nach Hullsich bei der Verwendung unveränderten Blutes fieberhafte Reaktionen von 50 % auf 20—16 % sinken — es handelt sich um 2500 Fälle — oder nach Brines von 25 % auf 2—4 % (4000 Fälle), dann zeigt schon der um 100 % differierende Prozentgehalt der beiden Autoren, daß nicht das Natriumzitat allein verantwortlich zu machen ist. Es ist zuzugeben, daß die Wirkung der Blutübertragung durch Natriumzitrat etwas abgeschwächt wird und daß häufiger Fröste auftreten, doch wird bei vielen Indikationen der geringe Wirkungsunterschied nichts ausmachen, während die auftretenden Fröste im allgemeinen harmlos sind. Um diese zu vermeiden, kann man auch nach Gärdstrom eine Tropfinfusion vornehmen, wobei das Frösteln seltener auftritt. Allbright kehrt nach anderen Verfahren wieder zur Zitratmethode zurück;

ebenso Weiß und Schrumpf, der sie als Methode der Wahl bezeichnet.

Braicev faßt kurz die Gründe, die für die Benutzung von Zitratblut sprechen, zusammen:

1. Weibliche Spender mit kleinen tiefen Venen lehnen Inzision ab.
2. Kleine und schlaffe Venen beim Empfänger können zu leicht bei der direkten Methode die Transfusion empfindlich stören.
3. Die Spender können wiederholt zur Übertragung herangezogen werden, da die Punktion kaum Spuren hinterläßt.
4. Es gelingt nur selten glatt, mit der Spritze 500 ccm Blut zu entnehmen.
5. Die Trennung von Spender und Empfänger wirkt psychisch günstiger.
6. Auch im Privathaushalt ist nun die Blutübertragung möglich.

Dubrow geht so weit, daß er die Blutübertragung von Schwestern ausführen lassen will; es sei dies keine Operation mehr, sondern eine gewöhnliche medizinische Manipulation.

Dies ist nur eine geringe Auswahl der Stimmen, die für die Zitratmethode eintreten, sie zeigt aber bereits, wie beliebt das Verfahren ist.

Jetzt scheint aber ein Stoff gefunden zu sein, der auch den letzten Punkt erfüllt, der die Gewähr gibt, daß eine Schädigung des Blutes durch den Zusatz nicht erfolgt, das Heparin. Noch ist es zu früh, mit Bestimmtheit sagen zu können, daß dessen Beimischung jede Schädigung des Blutes ausschließt, die bis jetzt referierten Versuche aber zeigen überzeugend die Unschädlichkeit des Heparins.

D. Sonderformen der Bluttransfusion

1. Konserviertes Blut.

War es möglich und auch nötig, bei der Verwendung defibrinierten Blutes dieses längere Zeit aufzubewahren, bevor es zur Transfusion benutzt werden durfte, war es natürlich interessant zu erfahren, wie lange das Blut aufbewahrt werden kann, ohne zur Übertragung unbrauchbar zu werden. Die gleiche Frage war zu stellen beim Gebrauch von Natriumzitrat und Vetren usw., wie lange diese Stoffe wirken, ohne daß eine Gerinnung eintritt. Wenn auch später nicht defibriniertes Blut

zur Konservierung genommen wurde, so gab es doch mit den Anlaß, sich mit der Frage der Konservierung von Blut zu Transfusionszwecken zu beschäftigen. Hier gilt für die Anwendung das gleiche wie beim entfaserten Blut. Unter normalen Verhältnissen wird durch die tadellose Blutspenderorganisation, die in vielen Ländern eingerichtet ist, die Verwendung solchen Blutes überflüssig. Im Armeesanitätsdienst dagegen kann die Übertragung dieses haltbar gemachten Blutes sehr erforderlich und auch von großem Nutzen sein. So erhob Franz die Forderung, es müßten sich militärische und zivile Sanitätsbehörden schon im Frieden dafür einsetzen, damit im Ernstfall die Bereitstellung von konserviertem Blut in ausreichender Menge organisiert sei; und es möchten die Länder, die sich bisher wenig damit befaßten, wozu auch Deutschland gehört, dieser Frage ein erhöhtes Interesse zuwenden. Diejenigen Mittel, die bei der indirekten Transfusionsmethode zur Verfügung stehen, die Gerinnung für bestimmte Zeit auszuschalten, werden auch zur Konservierung benutzt. Besonders eifrig beschäftigen sich die Russen mit diesen Fragen, deren Institut für Bluttransfusion ununterbrochen sich mit der Untersuchung und Verwertung konservierten Blutes befaßt; daneben sind zu nennen Italien, Spanien, Frankreich und die Schweiz.

Zunächst war es das Natriumzitrat, das auch die indirekte Methode erst in größerem Ausmaß möglich machte. So schreibt Coutourat, Zitratblut sei bis 30 Tage im Kühlschrank konservierbar; ähnliches berichtet Ellis. Jeanneney und Viéroz konservieren Zitratblut in der „Pyrexflasche" auf Eis. Morell berichtet, wie im Spanischen Krieg besonders auf rotspanischer Seite das Problem gelöst wurde. Es wurden sorgfältig die geeigneten Spender ausgesucht, denen monatlich 300 bis 500 ccm Blut entnommen wurden. Dieses Blut wurde mit 3,8prozentigem Natriumzitrat versetzt und bei 0,4° C aufbewahrt. Nach Sokolowski, der Gelegenheit hatte, an der Front sich hiermit zu befassen, wurde 4prozentiges Natriumzitrat im Verhältnis 1:10 mit dem Blut vermischt. Hiernach sollen 10 000 Transfusionen durchgeführt worden sein. Erfahrungsgemäß war das konservierte Blut noch 14 Tage später verwendbar. Der Transport zur Frontlinie erfolgte in Standardampullen zu 300 ccm, die vor Gebrauch auf 40° erwärmt wurden.

Es hat sich gezeigt, daß die Konservierungstemperatur großen Einfluß hat auf den Eintritt der Gerinnung; so gerinnt normales Blut ohne Zusätze bei einer Temperatur von 30° in 4 Minuten, bei einer Temperatur von 0° erst in 12 Minuten.

Zum Gebrauch wird allgemein das Blut angewärmt, sei es durch längeres Stehen in Zimmertemperatur oder durch direktes Anwärmen; andere aber injizieren das dem Kühlschrank entnommene Blut sofort, lassen es dann aber nur langsam infundieren, um einen durch Kälte hervorgerufenen Gefäßkrampf vorzubeugen. Es sollen dann nicht mehr als 10 ccm pro Minute einlaufen. Vrženilek nimmt für 200—300 ccm Blut 50 ccm Natriumchlorid und auf jede 100 ccm Blut 2 ccm 30prozentiges Natriumzitrat. Das so haltbar gemachte Blut wird im Eisschrank bei —4° bis —6° aufbewahrt. Bei der Infusion benutzt er die Bécart-Spritze, die bereits beschrieben wurde. Aleksandrowicz, Joger, Ginsburg, Balachovsky benutzen zur Konservierung das I.H.T.- (oder I.P.K.- oder B.T.I.-) Serum, das sich wie folgt zusammensetzt:

Natr. citric. tribas. . .	5,0
Natr. chloric.	7,0
Kal. chloric.	0,2
Magnes. sulf. anhydr. .	0,04
Aqu. dest.	ad 1000,0

Ritz und Robertson empfehlen zur Konservierung von 500 ccm Blut 350 ccm einer 3,8prozentigen Natriumzitratlösung und 850 ccm einer 5,4prozentigen Dextroselösung. Ebenso setzen manche Autoren zum I.H.T.-Serum noch 4prozentige Glukose. Das Blut wird bei einer Temperatur von 4° aufbewahrt und ist bis vier Wochen schadlos zu benutzen. Untersuchungen ergaben, daß nach 14 Tagen die Zahl der Erythrozyten nur wenig, die der Leukozyten und Thrombozyten dagegen stärker gesunken war.

Bagdassarov weist mit Nachdruck darauf hin, daß bei der Präparierung und bei der Technik der Anwendung strengste Asepsis zu fordern sei; ferner müsse eine Hämolyse ausgeschlossen sein. Die von ihm vorgenommenen Transfusionen verliefen stets ohne ernste Reaktionen. So benutzte schon während des Weltkrieges Green Blut, das vier Wochen in Dextrose aufbewahrt worden war.

Domanik benutzt eine Lösung von:

Glukose puriss. .	2,0
Natriumchlorat .	0,2
Natriumzitrat . .	1,0
Aqua dest. . . .	100,0

Diese wird mit Blut im Verhältnis 1:1 vermischt und soll eine Verwendbarkeit bis zu sechs Wochen gewährleisten. Um eine

Gerinnungsmöglichkeit ganz auszuschalten, werden zwei Verfahren kombiniert. Das Blut wird in Percyröhren aufbewahrt. Vor der Transfusion wird zur Vorsicht das Blut durch dicke Gazelagen filtriert, um etwa entstandene Flocken abzufangen. Es sind also genügend Vorsichtsmaßnahmen getroffen, so daß eigentlich kein Versager mehr eintreten könnte. Und doch muß Domanik zugeben, daß trotzdem mit der Verwendung des konservierten Blutes kein voller Ersatz für Frischblut gefunden ist.

Forti konserviert mit einem Stoff „P", auch Transfusol genannt, das chemisch ein Polyacetylendioxysulfonatnatrium darstellt. Auf 100 ccm Blut kommen 5 ccm dieses Stoffes, der laut Angaben die Salz- und Jonenverhältnisse des Blutes nicht ändern soll. Hierzu gibt Forti noch einen besonderen Apparat an.

Es zeigt sich schon das Bestreben, an Stelle des Natriumzitrats geeignetere Stoffe zur Konservierung zu finden, um die häufigen Schäden zu vermeiden. Der bereits genannte Stoff Vetren (Heparin), der ausgezeichnet sich bewährt hat zur Transfusion frischen Blutes, wurde auch erprobt als Konservierungsmittel. Dabei ergab sich, daß die zur Gerinnungsverhütung von 500 ccm angegebene Menge von 6 ccm Vetrenlösung nicht nur für zwei Stunden anhielt, sondern unter besten Bedingungen sogar bis zu 40 Tagen. Es ist nur noch die Frage zu klären, wieweit in dieser Zeit das Blut in seinen Bestandteilen geschädigt wird. Vom Zitratblut war ja bekannt, daß es zu unerwünschten Reaktionen den Anlaß geben kann, daß die Erythrozyten in ihrer Form verändert werden können, so daß es zur Schrumpfung der roten Blutkörperchen und zur Auflösung des Plasmas kommt, und daß das Blut an Bakteriolysinen verarmen kann; die mit Vetren angestellten Versuche erwiesen, daß hiermit konserviertes Blut zu keiner Schockwirkung führte und auch keinerlei Veränderungen, weder im klinischen Zustandsbild noch im Blutbild, zur Folge hatte.

Wilander wies nach, daß heparinisiertes und normales Blut die gleichen Ergebnisse zeitigten; er sagt: „Alle vor Anwendung des Heparins angewandten gerinnungshemmenden Mittel waren nicht ideal."

Auch im Vergleich mit anderen vom Ausland mitgeteilten Konservierungsflüssigkeiten zeigte sich die Güte des bei uns hergestellten Vetren. Heim ist davon überzeugt, es würde die Bluttransfusion nunmehr, wo die Möglichkeit gegeben ist, Blut konserviert im Eisschrank zu erhalten, in bedeutend größerer Zahl angewandt werden.

2. Getrocknetes Blut.

Schon bei der Frage nach der Verwendung entfaserten Blutes wurde festgestellt, daß ein Bestandteil, nämlich das Fibrin, weitgehend gleichgültig sei, soweit der Wert der Transfusion betroffen wird. Nur den roten Blutkörperchen solle die eigentliche Wirkung zukommen. War außerdem die Möglichkeit, Blut zu konservieren, beschränkt durch die flüssigen Bestandteile des Blutes, so war zu untersuchen, wie die festen von den flüssigen Blutkomponenten zu trennen seien, in welcher Form die für die Übertragung benötigten Bestandteile haltbar gemacht werden könnten und wie im Bedarfsfalle hieraus eine zur Bluttransfusion geeignete Flüssigkeit gemacht werden könne, die für den Empfänger nicht schädlich sei.

Es wurden Verfahren gefunden, trockenes Blut herzustellen. Zwei Schwierigkeiten waren hier zu überwinden. Einmal die Giftigkeit und dann die Darstellung des Blutpulvers. Es ergab sich, daß 25 Tage lang konserviertes getrocknetes Blut störungslos auf den Menschen übertragen werden kann. Blut, das kurz nach der Auflösung infundiert wird, wirkt giftig, verliert aber nach 30 Stunden und mehr nachher diese Giftigkeit, entsprechend dem defibrinierten Blut. Bei der Darstellung des Blutpulvers zerstört man die roten Blutkörperchen durch Kälte oder durch mechanische Erschütterungen. Dadurch wird das Bluteiweiß denaturiert. Die Detritusmasse der roten Blutkörperchen versucht man möglichst ganz zu entfernen. Es ist dies ein eingreifender und langwieriger Vorgang, da ja das Blut zu 80 % aus Wasser besteht. Das so gewonnene getrocknete „Blut" wird bei niedriger Temperatur aufbewahrt. Zur Transfusion wird das Blutpulver entweder in physiologischer Kochsalzlösung oder in 5prozentiger Glukose gelöst. Es kommen hierbei auf 100 ccm Lösungsflüssigkeit 3—6 g Blutpulver. Da man aus 10 ccm Blut 1,63 g Pulver erhält, enthalten 100 ccm der „Blutlösung" 16 g Trockensubstanz. Somit ist die Lösung, von der ca. 300 ccm infundiert werden, sehr verdünnt im Verhältnis zum Normalblut. Kiguchi, der sich mit diesem Trockenblut eingehend beschäftigte, sah mit seiner Methode gute Erfolge. Als Vorteil ist hervorzuheben, daß die Verschiedenheit der Blutgruppen keine Berücksichtigung zu finden braucht. Bisweilen wurden beim Empfänger Temperaturen bis 38° gesehen, im allgemeinen aber zeigten sich keine Unverträglichkeitserscheinungen. Das auf diese Weise gewonnene Blutpulver wurde bis 25 Tage nach der Herstellung noch störungslos vertragen. Es ist

nicht ausgeschlossen, daß auch diese Methode im Kriegsfall recht gut Verwendung finden kann, da die Transportmöglichkeiten hierbei besser sind als bei konserviertem flüssigem Blut.

Noch weiter arbeitete Fonio die Verwendung der einzelnen Teile des Blutes aus. Er schildert die fraktionierte Bluttransfusion. Das Blut wird in seine drei Hauptbestandteile zerlegt, von denen die Erythrozyten als dickflüssige Emulsion sechs bis sieben Tage lang ohne Hämolyse aufbewahrt werden können; die Blutplättchen haben, frei von Häufchenbildung, noch am fünften Tage ihre Funktionen beibehalten. Das Blutplasma schließlich ist, von den Blutplättchen befreit, ebenfalls verwertbar. Die Erythrozytenemulsion wird besonders bei anämischen Zuständen, die Blutplättchen bei Thrombopenie bzw. Thrombasthenie und Hämophilie und das Plasma bei Fibrinopenie angewandt. Auf diese Weise wird das Blut bei sparsamster Ausnutzung in seinen Einzelteilen den einzelnen Indikationen zugeführt.

3. Leichenblut.

Schließlich sei noch erwähnt, daß in manchen Ländern versucht wird, Leichenblut zu Transfusionszwecken zu verwerten. Besonders eifrig werden in Rußland alle hiermit zusammenhängenden Fragen untersucht. Es stellte sich heraus, daß Leichenblut hierzu geeignet ist. Mag dies auch zutreffen, so läßt sich doch mit Sicherheit sagen, daß diese Form der Blutübertragung wenig Anklang finden wird. Nicht nur, daß der Begriff Blutübertragung seiner ganzen Würde entkleidet wird, wird auch das Gefühl des Ekels jeden zu einer energischen Ablehnung veranlassen. Jedenfalls nehme ich an, daß in Deutschland kaum je von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht werden wird. Der Vollständigkeit halber will ich aber kurz schildern, wie das Leichenblut gewonnen und zur Transfusion brauchbar gemacht wird.

Es wurden von Stamov, Svedski, Skundina Versuche angestellt, die Möglichkeit der Transfusion von Leichenblut zu beweisen. Kobayashi und Namikawa stellten bei ihren eingehenden experimentellen Studien über die Bluteigenschaften des Leichenblutes befriedigende Ergebnisse fest. Nach Sakajan entnimmt man das Blut aus der unteren Hohlvene; dazu werden benutzt eine umgebaute Janet-Spritze von 50 ccm Fassungsvermögen mit Dreistellhahn, zwei Drainageröhren und zwei Kanülen. Zu 100 ccm Blut wird je 1 ccm Natriumzitrat hinzugesetzt. Bei der Infusion wird auch hier noch die Oehleckersche Vorprobe angestellt. Judin teilt in seiner Arbeit: "Transfusion of stored cadaver blood. Practical considerations: The first thousand cases" mit, daß das Blut bei Krebs, Tuberkulose und Sepsis im Gegensatz zu normalem Blut ein unlösliches Koagulum bildet, während sonst eine selbsttätige Lösung

eintritt, ein Umstand, der ungeeignetes Blut ausschaltet. Unter den erwähnten 1000 Fällen waren sieben Todesfälle, von denen zwei durch falsche Blutgruppenbestimmung verschuldet waren. Das Leichenblut bleibt unbehandelt sechs bis acht Stunden nach dem Tod steril. Im flüssigen Zustand kann es länger als drei Wochen aufbewahrt werden. Auch Judie hält die Verwendung von Leichenblut für recht geeignet; natürlich müsse das Blut vorher bakteriologisch und serologisch untersucht werden. Eine Sterilität des behandelten Leichenblutes sei bis drei Wochen zu erwarten. Durch Fibrinolyse bleibt das Blut längere Zeit flüssig. Wilson und Jamieson bewahren das Leichenblut mit Natriumzitrat in Flaschen bei —10° bis —3° auf. Vor Gebrauch wird das Gefäß vorsichtig geschüttelt und das Blut durch dicke Gazelagen gefiltert. Auch hierbei waren durchweg gute Resultate zu verzeichnen. Ebenso hebt Rzepecki die Erfolge dieser Methode hervor.

4. Plazentarblut.

War bisher stets das aus dem Kreislauf des Spenders direkt gewonnene Blut das Übertragungsmaterial, so gibt es auch Möglichkeiten, auf andere Weise erhaltenes Blut zu verwerten. Zuerst ist zu nennen die Benutzung von Plazentarblut, wobei als besonderer Vorteil zu erwähnen ist, daß damit noch ein zweiter therapeutischer Zweck verfolgt werden kann. Bruskin und Farberova empfehlen Plazentarblut bei malignen Geschwülsten, da nach ihren Angaben Fötalblut einen hohen immunbiologischen antiblastischen Wert besitzt. Neben anderen verzeichnen Malinowskij, Barenboim und Kaplan gute Erfolge. Es seien mühelos aus Nabelvene und Plazenta 50—130 ccm Blut zu gewinnen; dieses Blut sei mit seinem Status (Hb. 90—125 %, Ery. 5—6 Mill., Leuko. 8000—10 000, Lympho. 32—46 %) gut brauchbar. Eine Aufbewahrung sei sechs bis zehn Tage möglich. Zur Konservierung benutzt Goodall die I.P.K.-Flüssigkeit.

5. Reinfusion.

Abschließend seien noch erwähnt die Reinfusionen von Blutergüssen aus dem intraabdominalen und intrathorakalen Raum, wie sie von Thies 1914 erstmalig angeregt und von Lichtenstein, Ranft, Kreuter, Henschen, Peiser usw. ausgeführt wurden. Vor der Infusion wird das Blut mit Zitrat behandelt und filtriert. Die Wiedereinverleibung erfolgt meist intravenös; aber nicht, wie Kreuter vorschlägt, am besten in die Vena saphena, da hier die Gefahr der Luftembolie bedeutend gesteigert ist. Besonders geeignet ist dies Verfahren bei Tubar- und Milzrupturen. Riediger schildert seine Technik, die er seit 1924 bei fast allen Fällen von geplatzter Bauchhöhlenschwangerschaft anzuwenden pflegte. Er benutzt hierzu den Oehleckerschen Bluttrans-

fusionsapparat, ein oder zwei ca. 1000 ccm fassende Gefäße, gewöhnliche Bauchtücher und einen Schöpflöffel. Aus dem eröffneten Bauch wird das Blut mit dem Schöpflöffel herausgelöffelt und in das über dem Gefäß ausgebreitete Bauchtuch gebracht; dabei wird nicht nur das flüssige, sondern auch das geronnene Blut verwandt. Fließt nicht mehr selbständig Blut durch das Tuch, dann faßt man die vier Ecken desselben, verschließt es durch Drehen und preßt nun durch weiteres Drehen das noch flüssige Blut durch das Tuch. Sehr oft kann man auf diese Weise 1000 ccm flüssiges Blut gewinnen. Nach Durchführung der notwendigen Operation wird die Cubitalvene freigelegt und ein Rohr des Oehleckerschen Apparates in die Vene eingebunden. Mit der Glasspritze wird dann das Blut aus dem Gefäß entnommen und in die Vene eingebracht. Konnte nur wenig flüssiges Blut gewonnen werden, setzt man physiologische Kochsalzlösung hinzu, niemals aber blutgerinnungsverhindernde Mittel wie Natriumzitrat. Riediger hat nach seinem Verfahren oft 1000 ccm und mehr reinfundiert. Mißerfolge hat er nie erlebt.

Zum Schluß wäre noch die rektale Zuführung von Blut zu nennen, eine Methode, die allerdings nicht mehr als Bluttransfusion anzusprechen ist. Sie ist besonders dann zu empfehlen, wenn unsterile Blutmengen sonst nicht ausgenutzt werden könnten. So sind besonders die unter oder nach der Entbindung auslaufenden Blutmengen noch verwertbar, da ihre rektale Zurückleitung nicht nur ein ideales Nährklistier (Schäfer) darstellt, sondern gleichzeitig auch noch Serum, Sekrete, Hormone, organische Stoffe usw. zuführt. Hervorzuheben ist außerdem, daß dieses Verfahren auch unter den primitivsten Verhältnissen durchzuführen ist.

E. Rückblick

Ich habe versucht, einen kurzen Überblick zu geben über die Technik der Bluttransfusion. Aus dem Wunschtraum ältester Zeiten hat sich eine Heilmethode entwickelt, die heute durchgeführt werden kann mit Mitteln, die eine Gefahr weitgehend ausschließen. Es ist nicht so lange her, daß die Blutübertragung über die Grenzen der Klinik hinaus auch beim praktischen Arzt zum Wohl des Patienten angewandt wird. Es lag dies an vielen Gründen, die aber im Laufe der Zeit durch neue Entdeckungen und Erfindungen widerlegt wurden. Meist war es die schwierige Technik, die den Praktiker davon abhielt. Er hatte etwas gehört

von Oehleckers Apparat, wußte, daß es eine umständliche Angelegenheit ist, und war froh, im Bedarfsfalle seine Patienten an die Klinik überweisen zu können, damit dort die Transfusion vorgenommen wurde. Darum war es zweckmäßig, einen kurzen Einblick zu geben in all die Möglichkeiten, die es gibt.

Zwangsmäßig erheben sich nun die Fragen:

Welches ist das Verfahren, das am meisten zu empfehlen ist?
Welches ist der Apparat, der alle Vorzüge in sich birgt?

Es wäre falsch, hierauf eine definitive Antwort zu geben. Es ist unmöglich, zu behaupten, dieser oder jener Apparat sei der einzig richtige. Nicht nur die Indikation spricht hier mit; so wäre bei akutem Blutverlust die Übertragung selbst zubereiteten konservierten Blutes unsinnig. Sondern die Entscheidung ist auch abhängig von der Ausbildung des einzelnen, ob er geübt ist in der Freilegung der Venen, ob er sich mit einem Gerät vertraut gemacht hat usw. Es ist in der Tat so, daß jeder denjenigen Apparat lobt, mit dem er zu arbeiten gewohnt ist. So dürfen die günstigen Beurteilungen von Methoden durch einen Chirurgen für den Praktiker nicht maßgebend sein. Natürlich zieht der Chirurg Verfahren vor, die in sein Fach schlagen, wo zudem unverändertes Blut übertragen werden kann. Die hierzu erforderliche Technik besitzt der Praktiker aber meist nicht. So sagte auch Oehlecker von seinem Apparat, er sei nur vom Chirurgen zu benutzen. Und wenn auch Meyer den Beckschen Apparat für das Krankenzimmer empfiehlt, so ist dieses Verfahren auch noch zu umständlich.

Für den praktischen Arzt bleibt der gegebene Weg die indirekte Transfusion. Nicht nur, weil die Anschaffungskosten hierbei geringer sind; es kostet z. B. zur Durchführng der direkten Methode der Apparat nach Oehlecker 65 RM., Jüngling 66 RM., Tzanck 66 RM., Beck 154 RM. Die Apparate nach Neubauer-Lampert, Bürkle de la Camp (275 RM.) und Neo-Athrombit (155 RM.) sind noch teurer. Sie sind aber nicht nur der Kosten wegen dem Kliniker vorbehalten, da die Gefahren einer Störung der Transfusion in verhältnismäßig hohem Maße gegeben sind. Natürlich soll nicht der Preis entscheiden, aber diese Frage ist doch meist ausschlaggebend. Aber alle diese Apparate, die Thrombophobröhre vielleicht ausgenommen, geben nicht die unbedingte Gewähr der Sicherheit. Es muß dem praktischen Arzt eine Methode zur Verfügung stehen, die auch unter schwierigsten Umständen ohne geübte Assistenz und ohne lange Vorbereitung und ohne große Übung durchgeführt wer-

den kann. Und dies ist der Fall bei der Verwendung ungerinnbar gemachten Blutes. Die Resultate sind keineswegs so viel schlechter als bei der direkten Transfusion. Man ist ja jetzt nicht mehr nur auf das Natriumzitrat angewiesen, es ist heute ein Mittel gegeben, das kaum eine Änderung des Blutes zur Folge hat, das Heparin (Vetren).

Dem Chirurgen irgendein Gerät oder eine Methode zu empfehlen auf Grund der Berichte in der Fachliteratur, ist zwecklos. In der Klinik, wo häufiger eine Transfusion ausgeführt wird, entscheidet die Übung, so daß ein Apparat, der dem einen gänzlich unzweckmäßig erscheint, dem anderen unentbehrlich wird. So wird hier stets die eigene Erfahrung des einzelnen entscheiden.

Es ist zu wünschen, daß die Übertragung von Blut von Mensch zu Mensch, die am klarsten den Gedanken des Heilens und Helfens durch Einsatz und Opfer des Spendenden zum Wohle und zur Gesundheit des Empfangenden zum Ausdruck bringt und die in vielen Fällen der einzige Weg zur Erhaltung des Lebens ist, jedem Arzt geläufig wird zum Nutzen der Menschheit.

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Oberarzt Dr. Domrich meinen Dank aussprechen für die Überlassung dieses Themas und für die Ratschläge bei der Durchführung desselben.

Literaturnachweis.

Albright, Clin. N. Amer. 15, 1561; ZO 77, 368.
Ansinn, Arch. klin. Chir. 138, 32.
Aleksandrowicz, Lek. wojsk. 28, 399; Polska Gaz. lek. 1935, 604; ZO 85, 353; Zbl. 63, 2100.
Abelmann, Presse méd. 1918, 242; Zbl. 1917, 768.
Agote, Zbl. 1917.
Arko, ZO 76, 26.
Aveling, nach Heinecke, Dt. Chir., Bd. 18.

Bagdassarov, Sang. 11, 466; ZO 70, 84, 421; ZO 71, 122.
Balachovsky, Sovet. Probl. 78, 26; ZO 72, 47.
Bakey, Gillentine, Amer. J. Surg. 23, 579; ZO 67, 337.
Baller, Dtsch. med. Wschr. 1932, Nr. 23.
Barenboim, Kaplan, Sovet. Chir. 7, 205; ZO 71, 446.
Barinstein, ZO 58, 159.
Bécart, Arch. klin. Chir. 189, 386.
Beck, Erg. inn. Med. 30, 150.
Behne, Mitt. Grenzg. 33, 291.
Béraud, Zbl. 1924.
Bischoff, nach Handbuch Physiologie des Menschen, 1883.
Bogdanov, Schleger, Maksimow, Sovet. Probl. 7/8, 173.
Bondarenko, Svedski, Sovet. Chir. 7, 288; ZO 72, 283.
Boller, Zbl. 1932, 1554.
Bosi, Policlinico Scz. prat. 1935, 99; ZO 71, 354.
Braicev, ZO 60, 716.
— und Spasokukovski, ZO 60, 94.
Brandtner, Dtsch. Militärarzt 3, 161 und 2, 401; ZO 89, 538.
Braune, Belina-Swiontovski usw., nach Neudörffer, Dtsch. Z. Chir. 1875.
Breitner, „Die Bluttransfusion"; Zbl. 1928, 95.
Briem, Zbl. Gyn. 1935, 2968; ZO 79, 180.
Brooks, Surg. etc. 54, 842; ZO 59, 287.
Brunn, Zbl. Gyn. 1920, 12.
Bruchonenko, Bogdanov, Sovet. Probl. 9/10, 220.
Bruskin, Farberova, nach zum Busch, Schw. med. Wschr. 1939, 103.
Bulgac und Sorkina, Nov. chir. Arch. 22, 469; ZO 57, 178.
Bürkle, Dtsch. med. Wschr. 1932, 1054; Zbl. 1931, 854.

Calicchio, Amer. J. Surg. 30, 559; ZO 77, 257.
Cheifez und Dychno, Chirurgija, 7, 147; ZO 88, 167.
Christ, Bruns Beiträge 162.

Cimches und Palkin-Miloslawskij, Kazan, med. Z. 29, 936; ZO 72, 15.
Clairmont, Müller, Dtsch. med. Wschr. 1926, 914.
Clemens, Zbl. 38, 809.
Cogswell, Amer. J. Surg. 34, 620; ZO 82, 355.
Coenen, Münch. med. Wschr. 1918, Nr. 1.
Cornell, Amer. J. Surg. 22, 568; ZO 67, 337.
Coutourat, Presse méd. 1936.
Crile, nach Laqua-Liebig.
Curtes und David, nach Jeger, Chirurgie der Blutgefäße, Berlin 1913.

Dogliotti, Riforma med. 1934, H. 17, 40.
Dieffenbach.
Domanig, Wien. klin. Wschr. 1937, 1067; ZO 85, 152.
Dorner, Dtsch. med. Wschr. 1923, 920.
Doyen, Zbl. 1913.
Dreßler-Hanf, Dtsch. med. Wschr. 1932, 1054.
Dubrow, Ukrain. Chir. 1930; ZO 60, 717.
Dubs, Schw. med. Wschr. 1938, Nr. 34.

Eljasevic, Kazan. med. Z. 31, 68.
Ellis, Proc. roy. Soc. Med. 31, 684; ZO 89, 648.
Eloesser, Münch. med. Wschr. 1916, 21.
Elsberg, Zbl. 1912, 988.
Enderlen, Münch. med. Wschr. 1910, Nr. 24.
Engel, Klin. Wschr. 1929, 2050.
Erb, Arch. klin. Chir. 186, 212; ZO 77, 576.

Fasano, Haberlandt, Klin. Chir. 1920, Heft 5/6; Zbl. 1918.
Filatov, Vestn. Chir. Grekowa 43, 11; Zbl. 64, 1143.
— und Kartasevskij, Arch. klin. Chir. 181, 448.
Fiessinger, Rev. intern. de méd. et de chir. 31, H. 9.
Flessa, Dtsch. med. Wschr. 1931, 1451.
Floerken, Zbl. 1911, Nr. 9.
Foged, Ugeskr. Laeg. 1935, 433; ZO 73, 203.
Fonio, Schw. med. Wschr. 1936, Nr. 14.
Forti, Giorn. Med. mil. 85, 146; ZO 87, 206.
Frank-Baehr, Journ. of the Americ. med. Assoc. 1909.
Fuchs, Z. ärztl. F. 31, 33; ZO 66, 95.
Fuld, Zbl. Phys. 1903, Nr. 17.

Gärdstam, ZO 58, 159.
Gesellius, nach Schiff.
Goodall, nach Busch, Schw. med. Wschr. 1939, 103.
Goebel, Poggemann, Dtsch. Z. Chir. 127, 5/6.
Goepel, Zbl. Chir. 1938, 406.
Grey, Lancet, 1937, 1431; ZO 87, 518.
Guskar, Dtsch. Militärarzt 3, 153; ZO 89, 426.

Haberland, Z. Chir. 145, 385.
Hartmann, Journ. of the Americ. med. Assoc. 1922, 78.
Hartwig, Wien. med. Wschr. 1891.
Hedenius, Lancet, 1937, 1186; ZO 86, 697.
Hein, Dtsch. med. Wschr. 1939, 586.

Henschen, ZO 60, 208.
Hesse, Zbl. 64, 1143; ZO 84, 164.
— und Filatov, ZO 80, 435.
— Erg. Chir. 27, 106.
Hirsch,Amer. Surg. 101, 813; ZO 72, 15.
Hoche, Wien. med. Wschr. 32, 941.
Höst, Dtsch. med. Wschr. 1922, 1302.
Hotz, Zbl. 1921, Nr. 51.
Hussey, nach Kabanyi.
Hustin, ZO 88, 264, 403.

Jankowskij, Sov. Probl. 9/10, 32.
Jeanbreau, Presse méd. 1918.
Jeanneney, Viéroz, Bull. Soc. nat. Chir. Paris 60, 1305.
Jijima, ZO 60, 633.
Joger-Ginsburg, Nov. chir. Arch. 32, 53; ZO 77, 513.
Judie, Presse méd. 1936, Nr. 4.
Jüngling, Zbl. 1925, 2475; 1937, 2562.

Kapitanoff, Zbl. 63, 870.
Kemper, Münch. med. Wschr. 1929, 1338.
Kiguchi, Dtsch. Zschr. f. Chir. 250, 83; ZO 89, 426.
Kimpton, Berl. klin. Wschr. 1914.
Konoplev, Nov. Chir. Arch. 27, 219; ZO 62, 389.
Korbsch, Med. Klin. 1937, 12/40.
Kordenat, ZO 50, 591.
Kraft, Arch. klin. Chir. 134.
Kreiner, Neurauter, Wien. klin. Wschr. 1937, 222; Zbl. 63, 881.
Kreuter, Zbl. 1917, Nr. 34.
Kubany, „Die Bluttransfusion"; Wien. kl. Wschr. 1926, Nr. 8; Zbl. 1927, 2578.
Küper, Zbl. 1933, 2433.

Landsberg, Dtsch. med. Wschr. 1923, 1262; Zbl. 1934, 1009, 1466.
Lenggenhager, Schw. med. Wschr. 1933, 972.
Levison, Münch. med. Wschr. 1915, 708; Zbl. 1922.
Lindemann, Amer. J. Dis. Children 1913, Band 6, Nr. 1.
Loeb, Münch. med. Wschr. 1918, 189.
Lützeler, Dtsch. Chir. 239, 18.

Macnab, Brit. med. J. 1936.
Malinowskij, Barenboim, Kaplan, ZO 71, 446.
Majanz, Dtsch. Z. Chir. 224, 171,
Marr, Klin. Wschr. 1926, 294.
Martin, Prakt. Erg. Geburtsh. Gyn., 9. Jahrg.
Merke, Zbl. 1923, 1275.
Mezzana, Policlinico Scy. prat. 1938, 543; ZO 88, 264.
Miller, Zbl. 1916.
Mirau, Dissertation Berlin 1928.
Moons, Vlaamsch Geneesk. Tijdschr. 1921, 5, 6.
Morell, Dtsch. med. Wschr. 1938, 1356.
Müller, Münch. med. Wschr. 1907, 767.

Naegeli, „Die Bluttransfusion und ihre Bedeutung für die Praxis".
Neubauer, Münch. med. Wschr. 1930, 582.

Oehlecker, Realenzyklopädie, Band IX; Zbl. 1924, 2346.
Ottenberg, Ann. of Surg. 4, 1908.

Palma, ZO 56, 647.
Parr und Krischner, ZO 58, 160.
Payr, L. Arch. 64, 740; Münch. med. Wschr. 1912, 795.
Prévost und Dumas, Die Chirurgie I, 33.
Pust, Dtsch. med. Wschr. 1919, 85.

Regnier de Graaf, nach Laqua-Liebig.
Riediger, Dtsch. med. Wschr. 1939, 601.
Rietz, Mil. laeg. 43, 117; ZO 88, 5.
Rietz-Robertson, Lancet 1918, 759.
Rogge, Münch. med. Wschr. 1917, Nr. 50.
Rüdel, Chirurg 1934, 12; ZO 66, 37; Zbl. 62, 275.
Rutkowski, Polski Przegl. chir. 14, 783; ZO 78, 190.
Rzepecki, Polski Przegl. chir. 17, 437.

Schiller, Wien. klin. Wschr. 1925, Nr. 10.
Schlaepfer, Arch. 1921, 512.
Schöne, Med. Klin. 1919, 353.
Schrumpf, ZO 84, 345.
Schultz, Z. ä. F. 1935, Nr. 2.
Schürch, Zbl. 1938, 765.
Schwarz, Dtsch.med. Wschr. 1932, 1723.
Sakajan, Zbl. 1931, 671.
Sammartino, Semana-méd. 1933, 396; ZO 73, 172.
Sauerbruch, Münch. med. Wschr. 1915, 1545.
Scanzoni, nach Holzer, Realenzykl. XX.
Seifert, Würzb. Abh. prakt. Med. 1919.
Seljowskij, Akus. i Ginek 4, 443.
Sereghy, Zbl. 1936, 1046; ZO 80, 679; Riv. Chir. 2, 233.
Sköld, Acta med. Scand. 1936, 5/6.
Sliva, Vestn. Chir. 38, 198.
Spiller, Dtsch. med. Wschr. 1935, 1958.
Stahl, Z. f. ärztl. F. 1939, 228.
Stamov, Lancet 1937, 306; ZO 89, 80.
Stockhausen, Münch. med. Wschr. 1930, 21/89.

Tretow, Zbl. Chir. 1937, 28/80.
Tuffier, Presse méd. 1912, Nr. 62.

Unger, Journ. of the Amer. med. Assoc. 1915, Nr. 64.

Vrženilek, Cas. lék. Cesk 1937, 1825; ZO 88, 404.

Walinski, Dtsch. med. Wschr. 1926, 1462.
Walter, Münch. med. Wschr. 1917, 892.
Weil, nach Kubanyi.
Weintraub, Ther. Monatsh. 1900.
Weiß, Münch. med. Wschr. 1936, 1131.
Whitacre, Zbl. Gyn. 1933, 536.
Wildegans, „Die Bluttransfusion".

Wilander, Acta med. Skand., Vol. XCIV, Ili 1938.
Wilson, Jamieson, ZO 89, 669.

Yudin, Lancet 1937, 361; ZO 88, 178; J. Amer. med. Assoc. 106, Nr. 12 ZO 63, 2103.

Zalewski, Zbl. 62, 432.
Ziehlke, Klin. Wschr. 1931, 647.
Ziemssen, Arch. klin. Med. 1892, Band 50.
Zimmer, Dtsch. Militärärztl. Gesel. 17. 3. 1938.
Zimmermann, Die Chirurgie 6, 1202.

Lebenslauf.

Am 28. September 1915 wurde ich als Sohn des Ingenieurs Wilhelm Sichting und seiner Ehefrau Clara, geb. Biermann, in Dortmund geboren. Von hier zogen meine Eltern nach Berlin-Charlottenburg.

Nach dreijährigem Volksschulbesuch in Charlottenburg und in Rasdorf (Rhön) bestand ich die Aufnahmeprüfung in die Sexta der Lateinschule in Geisa (Rhön), wo ich bis zur Oberteria blieb. Anschließend besuchte ich das Staatliche Gymnasium in Fulda, wo ich Ostern 1934 die Reifeprüfung bestand, um Medizin zu studieren.

Nach Ableistung des Arbeitsdienstes in Velten (Mark) begann ich im WS. 1934/35 an der Universität Berlin mein Studium. Hier bestand ich am 30. Oktober 1935 den 1. Abschnitt und am 26. Februar 1937 den 2. Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung. Im Juli 1939 meldete ich mich zum Staatsexamen, konnte aber wegen Ausbruch des Krieges dieses Examen nicht beenden und erhielt am 6. September 1939 die Bestallung als Arzt.